

**Tischvorlage für die Sitzung des Senats am 15.12.2020**

**„Weltraumbahnhof in der Nordsee – wie geht es wann mit dem  
Jahrhundertprojekt weiter?“**

Anfrage für die Fragestunde der Bremischen Bürgerschaft (Landtag)

**A. Problem**

Die Fraktion der FDP hat für die Fragestunde der Bürgerschaft (Landtag) folgende Anfrage an den Senat gestellt:

1. Wie ist der aktuelle Stand beim Jahrhundertprojekt "Weltraumbahnhof in der Nordsee" und wie treibt der Senat dieses für Bremerhaven und Bremen enorm wichtige Projekt voran?
2. Welche Gespräche hat der Senat mit den zuständigen niedersächsischen Stellen und mit dem Bund geführt und wann ist mit einer Entscheidung des Bundes in dieser Sache zu rechnen?
3. Inwieweit prüft der Senat die Option, dass das Land Bremen gegebenenfalls die Anschubfinanzierung des Projektes übernimmt, sofern Bremerhaven der Heimathafen des Weltraumbahnhofs wird und der Bund die Finanzierung von geschätzten 20 bis 30 Millionen Euro nicht übernehmen möchte?

**B. Lösung**

Auf die vorgenannte Anfrage wird dem Senat folgende Antwort vorgeschlagen:

**Zu Frage 1:**

Das Land Bremen als Standort leistungsstarker Industrie- und Wissenschaftscluster sowohl im Bereich Luft- und Raumfahrt als auch in der maritimen Wirtschaft hat die Chancen eines Offshore-Startplatzes für kleine Trägerraketen in der Nordsee frühzeitig erkannt.

Das BMWi hat mit der Bewertung der erforderlichen Genehmigungen begonnen und nachfolgend einen umfangreichen Katalog noch offener Fragen zur Prüfung einer grundsätzlichen Genehmigungsfähigkeit dem Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) als Initiator der Initiative übermittelt. Dieser Fragenkatalog sowie die Ausarbeitung weiterer Standortvorteile sind Gegenstand der aktuell durch die BIS

beauftragten Fortsetzungsstudie „Konkretisierung der Konzeptstudie Offshore-Weltraumbahnhof in der Nordsee.

Der Senat unterstützt den BDI und die Bremer und Bremerhavener Partner bei der Schaffung geeigneter rechtskonformer Rahmenbedingungen durch die Finanzierung der Konkretisierungsstudie sowie den fortlaufenden Austausch mit dem Bund. Die Ergebnisse der im Februar 2021 abzuschließenden Konkretisierungsstudie sollen Bremerhavens Position als idealen Standort eines Basishafens für einen Weltraumbahnhof in der Nordsee sowohl gegenüber dem BDI als auch den Bundesministerien festigen.

### **Zu Frage 2:**

Bereits im Juli 2020 fand auf Initiative und Einladung der Senatorin für Wirtschaft, Arbeit und Europa (SWAE) ein Treffen mit dem BDI, der BIS, der BLG Logistics Group und dem Bremer Raumfahrtcluster AVIASPACE im DLR-Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen statt, um das maritime Know-how und die Standortvorteile Bremerhavens als möglichen Heimathafen eines zukünftigen Weltraumbahnhofs zu präsentieren.

Die dort beschlossene und von der BIS aus Eigenmitteln beauftragte Ausarbeitung einer ersten „Konzeptstudie und Kostenanalyse für eine mobile Abschussplattform in der Nordsee“ wurde von den Experten der Deutschen Offshore Consult GmbH durchgeführt und bildet die fachliche Basis für das vom BDI am 04.09.2020 präsentierte Positionspapier „Deutscher Startplatz für Microlauncher- Bedarfsanalyse und Handlungsempfehlung“, dass auch der Bundesregierung zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt wurde.

Der Senat ist mit den zuständigen Stellen beim Bund im Schulterschluss mit dem BDI sowie den genannten Akteuren vor Ort im fortlaufenden Austausch. Insbesondere die Ausarbeitung der regulatorischen Aspekte und die Lösung von möglichen Nutzungskonflikten hat entscheidenden Einfluss auf die generelle Genehmigungsfähigkeit und den Zeitplan einer möglichen Umsetzung des Vorhabens. Daher wird die Entscheidung des Bundes für einen „Weltraumbahnhof in der Nordsee“ auch von den Ergebnissen der laufenden Konkretisierungsstudie aus Bremen abhängen. Es ist beabsichtigt die Ergebnisse der Studie im Rahmen einer Veranstaltung im 1. Quartal 2021 Vertretern der Bundesministerien, der Microlauncher Hersteller, des Bremer Startkonsortiums, und weiterer „New Space“ Akteure in Bremerhaven zu präsentieren, um die nächsten Schritte bis zu einer möglichen Umsetzung gemeinsam zu planen.

Das Thema eines möglichen Deutschen Weltraumbahnhofs in der Nordsee ist durch die gute Lobby- und Öffentlichkeitsarbeit des BDI in zahlreichen Medien präsent und hat natürlich auch das Interesse zahlreicher weiterer Hafenstandorte geweckt. Sowohl aus Cuxhaven als auch Wilhelmshaven sind ebenfalls Initiativen geplant. Aufgrund der direkten Wettbewerbssituation der Hafenstandorte ist hier noch kein Austausch erfolgt und auch bisher nicht aus Niedersachsen angefragt worden. Daher gilt es, zusammen mit dem BDI und dem Bund als so schnell wie möglich ein technisch und wirtschaftlich tragfähiges Gesamtkonzept vorzulegen und als Standortvorteil für Bremerhaven zu nutzen.

**Zu Frage 3:**

Die aktuell laufende Konkretisierung der Konzeptstudie wird auch Aussagen zu einem möglichen Entwicklungs- und Betreiberkonsortiums unter Einbindung der lokalen hafenseitigen Infrastruktur geben. Dabei wird auch der Marktbedarf, der bisher ausschließlich von drei Start up`s angemeldet wurde, erneut und vertieft auf ein tragfähiges Geschäftsmodell zu analysieren sein.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann festgestellt werden, dass in dieser noch sehr frühen Planungsphase die generelle Genehmigungsfähigkeit des Vorhabens noch völlig unklar und somit auch der Zeitpunkt einer Diskussion etwaiger Finanzierungskonzepte aus Landesmitteln verfrüht ist.

**C. Alternativen**

Keine

**D. Finanzielle und Personalwirtschaftliche Auswirkungen, Gender-Prüfung**

Die Beantwortung der Anfrage für die Fragestunde der Bremischen Bürgerschaft hat keine finanziellen und personalwirtschaftlichen Auswirkungen. Gender-Aspekte werden im weiteren Prozess einer möglichen Realisierung des Vorhabens berücksichtigt.

**E. Beteiligung und Abstimmung**

Die Vorlage ist mit der Senatorin für Wissenschaft und Häfen abgestimmt.

**F. Öffentlichkeitsarbeit und Veröffentlichung nach dem Informationsfreiheitsgesetz**

Die Senatsvorlage kann nach Beschlussfassung über das zentrale elektronische Informationsregister veröffentlicht werden.

**G. Beschluss**

Der Senat stimmt entsprechend der Vorlage der Senatorin für Wirtschaft, Arbeit und Europa vom 11.12.2020 einer mündlichen Antwort auf die Anfrage der Fraktion der FDP in der Fragestunde der Bürgerschaft (Landtag) zu.

# Deutscher Startplatz für Microlauncher

## *Bedarfsanalyse und Handlungsempfehlung*

August 2020

### Vorbemerkung

Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) hat bei seinem Weltraumkongress am 18. Oktober 2019 in Berlin die Initiative für einen deutschen Startplatz für kleine Trägerraketen, sogenannte Microlauncher, gestartet. Im Rahmen der „Berliner Weltraumerklärung“ wurde der Vorschlag von BDI-Präsident Prof. Kempf an Bundesminister Altmaier übergeben. Mit dem vorliegenden Strategiepapier konkretisiert der BDI diesen Vorschlag und legt erstmals ein Konzept für die Realisierung einer mobilen Startplattform in der Nordsee in Form eines privatwirtschaftlichen Betreibermodells mit staatlicher Unterstützung vor.

Die Anforderungen der drei deutschen Microlauncher-Hersteller wurden dabei ebenso berücksichtigt wie die Expertise der maritimen Wirtschaft. Ziel einer Startplattform in der Nordsee ist es, das New Space-Ökosystem und insbesondere Start-ups zu stärken, Voraussetzungen für Wettbewerb zu schaffen, der Bundesregierung neue strategische Handlungsoptionen zu eröffnen und damit auch einen Beitrag zur Stärkung europäischer Souveränität zu leisten. Ein deutscher Startplatz sollte allen europäischen und internationalen Partnern zur Nutzung offenstehen.

Das Beispiel der Giga-Factory von Tesla bei Berlin zeigt, dass ambitionierte Industrieprojekte in Deutschland möglich sind, wenn Politik, Behörden und Unternehmen an einem Strang ziehen. Eine deutsche Startplattform ist technisch machbar, strategisch und wirtschaftlich sinnvoll. Die Realisierung ist somit eine politische Entscheidung und keine technische Frage. Dieses Papier soll Grundlage und Auftakt für den weiteren Austausch mit der Bundesregierung für die Realisierung einer deutschen Startplattform für Europa bilden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Executive Summary .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Bedeutung von Raumfahrt .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Globaler Bedarf: Microlauncher und Kleinsatelliten sind zwei Seiten einer Medaille .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Deutscher Bedarf: Innovation, Wettbewerb und strategische Souveränität .....</b>	<b>11</b>
Stärkung New Space-Ökosystem und Start-ups.....	11
Kommerzieller Bedarf .....	12
Responsive Space Fähigkeit.....	14
Wissenschaft und Forschung .....	14
Internationale Zusammenarbeit.....	15
<b>4. Geplante Startmöglichkeiten in Europa.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Deutscher Startplatz: Anforderungen und Umsetzung .....</b>	<b>20</b>
Anforderungen und Eignung .....	20
Umsetzung: Privatwirtschaftliches Betreibermodell mit staatlicher Unterstützung .....	21
<b>6. Zusammenfassung.....</b>	<b>22</b>
<b>Impressum .....</b>	<b>23</b>

## Executive Summary

- Raumfahrt ist für die gesamte deutsche Industrie von zentraler Bedeutung. Im digitalen Zeitalter ist sie Schlüssel für Zukunftstechnologien wie autonomes Fahren, Industrie 4.0 und Big Data-Anwendungen. Für die außen- und sicherheitspolitische Urteils- und Handlungsfähigkeit sowie den Klimaschutz ist sie unabdingbar.
- Dank Miniaturisierung werden Satelliten immer kleiner. Diese Entwicklung verändert auch den Bedarf an Trägerraketen. Zukünftig wird es eine Mischung aus großen, mittleren und kleinen Raketen geben. Mit Rocket Factory Augsburg, ISAR Aerospace und HyImpulse gibt es drei private Hersteller von Microlaunchern in Deutschland, die 2021/22 auf den Markt kommen werden. Deutschland ist in Europa in diesem Bereich damit führend.
- Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützt die drei Unternehmen mit einem innovativen Mikrolauncher-Wettbewerb, der mit 25 Millionen Euro dotiert ist. Keines der drei Unternehmen verfügt über einen vertraglichen Startplatz in Europa. Die geplanten Startplätze existieren bisher nur auf dem Papier, liegen außerhalb der EU oder unterliegen erheblichen Einschränkungen wie einer Startbegrenzung.
- Eine Machbarkeitsanalyse der Rocket Factory Augsburg im Auftrag der OHB SE kommt zu dem Ergebnis, dass eine mobile Startplattform in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Nordsee für den Start von kleinen Trägerraketen in polare- und sonnensynchrone Orbits geeignet ist.
- Beratungsunternehmen schätzen, dass bis 2028 9.938 Satelliten (ca. 1.104 p.a.) ins All gestartet werden, wovon wiederum 86 Prozent Kleinsatelliten sein werden. 53 Prozent dieser Satelliten werden einen polaren oder sonnensynchronen Orbit benötigen. Es wird davon ausgegangen, dass sich das exponentielle Wachstum nach 2028 weiter beschleunigen wird. Ein deutscher Startplatz würde eine Partizipation an diesem Zukunftsmarkt unmittelbar ermöglichen.
- Analog zu dem globalen Startbedarf steigt auch der deutsche Bedarf, sowohl kommerziell als auch institutionell. So planen mehrere deutsche Unternehmen und Start-ups den Aufbau von Satelliten-Konstellationen. Die Bundeswehr hat Responsive Space als militärische Anforderung definiert und immer mehr Forschungsinstitutionen stellen eigene Kleinsatelliten her.
- Auf Basis der Anforderungen der drei deutschen Microlauncher-Hersteller hat die Tractebel DOC Offshore GmbH (DOC) ein Konzept für die Realisierung einer mobilen Startplattform erstellt. Die DOC geht von Initialkosten zwischen 22,2 Millionen bis 29,7 Millionen Euro aus, die sich über sechs Jahre mit durchschnittlich 3,7 bis 5,0 Millionen Euro verteilen. Nach dem Konzept der DOC könnten nach der Start-up-Phase des privatwirtschaftlichen Betreibermodells die Starts für ca. 600.000 Euro wettbewerbsfähig von einer mobilen Startplattform in der Nordsee erfolgen. Die Bundesregierung sollte nach US-amerikanischem Vorbild weitere Starts für Bund, Behörden und Einrichtungen für Forschung und Entwicklung (FuE) abnehmen und so einen zusätzlichen Beitrag zur Realisierung und zum Betrieb der Plattform leisten.
- Eine deutsche Startplattform würde die Voraussetzungen für einen Wettbewerb der Microlauncher-Hersteller schaffen und damit Innovationen in der Breite massiv befördern.

## 1. Bedeutung von Raumfahrt

Raumfahrt ist für die gesamte deutsche Industrie von zentraler Bedeutung. In unserem Alltag ist sie so präsent und unersetzlich wie der Strom aus der Steckdose. Jeden Tag kommen Menschen auf der Erde mit ihr in Berührung und nutzen sie bewusst oder unbewusst.<sup>1</sup>

Im digitalen Zeitalter ist Raumfahrt ein Schlüssel für Zukunftstechnologien wie autonomes Fahren, Industrie 4.0 und Big Data-Anwendungen.

Raumfahrttechnologie leistet unverzichtbare Beiträge, um die Umwelt und das Klima genau zu beobachten und unsere knappen Ressourcen sorgsam, umweltgerecht und nachhaltig zu bewirtschaften und zu schützen.<sup>2</sup> Ein Beispiel ist ihr Einsatz in der Landwirtschaft. Satellitengestützte Anwendungen ermöglichen u. a. eine zentimetergenaue und damit effizientere Ausbringung von Saatgut, Pflanzenschutz- und Düngemitteln und auch Wasser auf die Felder.

Moderne Energienetze lassen sich durch Satellitendaten effizienter überwachen und betreiben. Entlegene (z. B. Ölförderplattformen oder Windparks im Meer) oder hochmobile Netzknoten (z. B. Transport-Drohnen, Flugzeuge, Schiffe) können nur über Satelliten effizient angebunden werden. Die hochgenauen Atomuhren der Satellitennavigation sind ein essenzieller Baustein für globale Finanztransaktionen. Vielfältige Satellitenanwendungen liefern die Grundlage für präzise Wettervorhersagen, ohne die kein Flugzeug die Startbahn verlässt. Darüber hinaus liefern sie wichtige Daten für die Städte- und Raumplanung.

Künftige satellitengestützte Anwendungspotenziale resultieren aus dem Internet der Dinge, das zukünftig etwa 50 Milliarden Geräte, Sensoren und Aktoren miteinander vernetzen soll.

Raumfahrt ist somit ein branchenübergreifender Wachstums- und Innovationstreiber – auch in Bereichen, die nicht zwangsläufig mit Raumfahrt assoziiert werden. Ein starker Raumfahrtsektor trägt erheblich zur Steigerung der Wettbewerbschancen des Standorts Deutschland, zur Schaffung von hochwertigen Arbeitsplätzen und zu gesellschaftlichem Wohlstand bei.

Auch für die unabhängige außen- und sicherheitspolitische Urteils- und Handlungsfähigkeit sind Weltraumsysteme im Bereich Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung, deren störungsfreie Verfügbarkeit sowie der eigenständige europäische Zugang zum All unabdingbar.<sup>3</sup> Militärische Einsätze sind ohne sie nicht mehr vorstellbar. Die Abhängigkeit von weltraumgestützten Systemen und Dienstleistungen wird mit der fortschreitenden Digitalisierung bei den Streitkräften weiter zunehmen.

In der zunehmend vernetzten und digitalisierten Welt bekommt der Schutz sensibler Daten, die in Rechenzentren gespeichert oder elektronisch zwischen verschiedenen Partnern ausgetauscht werden, einen immer größeren Stellenwert. Der zuverlässige Schutz eingestufte staatlicher Informationen ist daher von strategischer Bedeutung für die Bundesrepublik Deutschland. Eine der wichtigsten Schutzmaßnahmen ist dabei eine sichere Verschlüsselung und Signatur der betreffenden Daten sowie im Falle der Kommunikation die ebenso sichere Authentisierung der beteiligten Partner. Für die weltraumgestützten Lösungsansätze kann Deutschland eine strategische Autonomie erreichen, wenn neben dem Bau von Satelliten mit Nutzlasten zur (Quanten-)Schlüsselverteilung (QKD) auch der Start dieser Satelliten national souverän möglich ist.

---

<sup>1</sup> Vgl. BDLI (2015): *7 Gründe warum Deutschland Raumfahrt braucht*.

<sup>2</sup> Vgl. Morgan Stanley: "Does Earth's Future Depend on Space?", 10. Juli 2020.

<sup>3</sup> Vgl. BMWi (2012): *Für eine zukunftsfähige deutsche Raumfahrt: Die Raumfahrtstrategie der Bundesregierung*.

Auch präventives oder reaktives Krisenmanagement bei Naturkatastrophen wie Erdbeben oder Waldbränden wird durch Raumfahrtanwendungen effektiver.

Voraussetzung ist immer eine leistungsfähige Infrastruktur im Weltraum und auf der Erde. Raumfahrt wird damit zu einer kritischen Infrastruktur für das Industrieland Deutschland. Die nationale Industriestrategie definiert Raumfahrt folgerichtig als industriellen Schlüsselbereich, während die Raumfahrtstrategie Weltraumssysteme als unerlässlich für die Gewährleistung der gesamtstaatlichen Sicherheitsvorsorge anerkennt.<sup>4</sup>

Kurzum: Eine zunehmend datenbasierte und vernetzte Industrie- und Informationsgesellschaft ist strategisch darauf angewiesen, über die kritische Infrastruktur und den freien Zugang zum Weltraum jederzeit selbstbestimmt zu verfügen. Eine eigenständige und unabhängige Bereitstellung von Raumtransport ist somit zwingende Voraussetzung, um die strategische und digitale Souveränität Deutschlands und Europas zu gewährleisten. Sie bildet einen Grundpfeiler unserer zukünftigen wirtschaftlichen und sicherheitspolitischen Resilienz.

## 2. Globaler Bedarf: Microlauncher und Kleinsatelliten sind zwei Seiten einer Medaille

Dank Miniaturisierung werden Satelliten immer kleiner. Ähnlich wie die Computerindustrie seit der Jahrtausendwende die Transformation von Mainframe-Computern zu verteilten vernetzten Tablets und Smartphones in der Cloud vollzog, zeigt sich auch in der Raumfahrt der Trend, große kostenintensive Satelliten durch vernetzte, verteilte Kleinsatelliten zu ergänzen. Satellitenkonstellationen ermöglichen kürzere Latenzzeiten bei der Datenübertragung, höhere zeitliche Abdeckungsraten bei der Erdbeobachtung und eine höhere Robustheit.

Allein im Jahr 2019 wurden 490 Satelliten erfolgreich ins All befördert, hiervon 386 Klein- und Kleinstsatelliten mit einem Gewicht von unter 500 Kilogramm. Für viele kommerzielle Anwendungen genügen sogar Kleinstsatelliten im Bereich ein bis zehn Kilogramm, nicht größer als ein Schuhkarton.<sup>5</sup> Dabei gewinnt vor allem die Möglichkeit an Bedeutung, Satelliten mit kleinen Trägerraketen, sogenannten Microlaunchern, punktgenau ausbringen und gegebenenfalls ersetzen zu können. Für die Satellitenbetreiber sind dabei die Startkosten ein relevanter Faktor, jedoch spielt die schnelle Lieferfähigkeit und ein individuell planbarer Startzeitpunkt eine ebenso wichtige Rolle.

---

<sup>4</sup> Vgl. ebd. sowie BMWi (2019): *Nationale Industriestrategie 2030*.

<sup>5</sup> Euroconsult (2020): "The satellite industry in transition", *SSC Space conference 2020*.

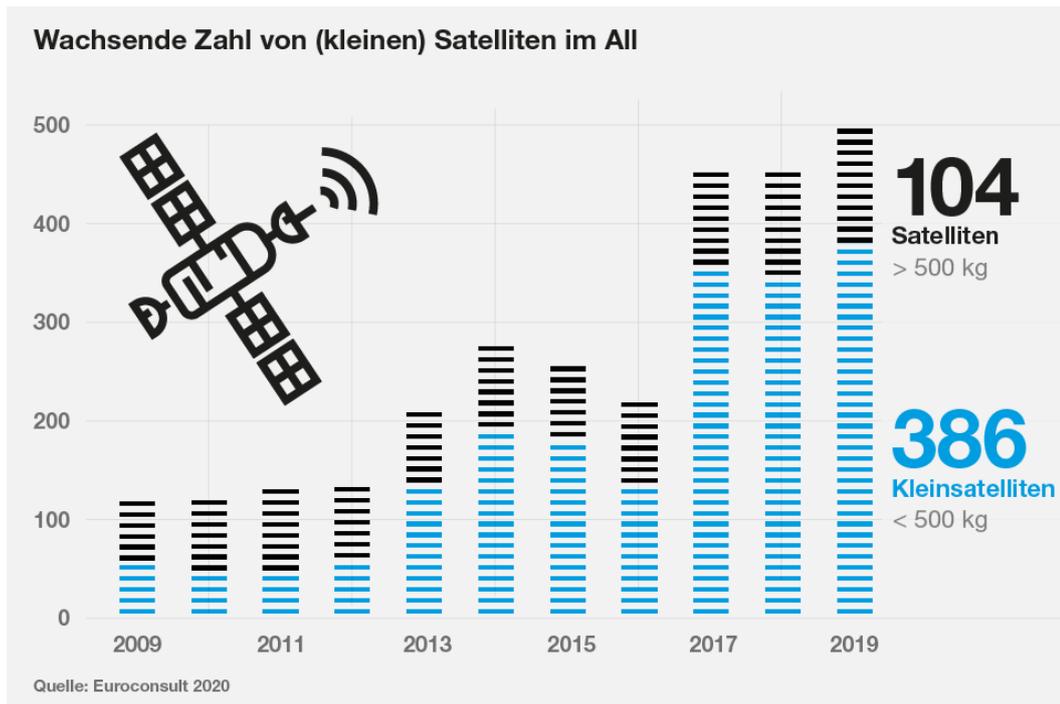


Abb. 1: Anzahl verbrachter Kleinsatelliten



Diese Entwicklung verändert folglich auch den Bedarf an Trägerraketen: Zukünftig wird es eine Mischung aus großen, mittleren und kleinen Raketen geben. Europa verfügt mit Ariane und Vega bereits über große und mittlere Systeme. Die kleineren befinden sich noch in der Entwicklung. Mit Rocket Factory Augsburg, ISAR Aerospace und HyImpulse gibt es bereits drei private Hersteller von Microlaunchern in Deutschland, die 2021/22 auf den Markt kommen. Deutschland ist in Europa in diesem Bereich damit führend.

Das BMWi unterstützt die drei Unternehmen mit einem innovativen Wettbewerb, der mit insgesamt 25 Millionen Euro dotiert ist. Ziel ist es, neben etablierten Launcher-Anbietern neue Akteure aufzubauen. Die Bundesregierung fördert damit eine Kommerzialisierung der deutschen Raumfahrtindustrie nach dem erfolgreichen Vorbild der NASA.

Bislang verfügt jedoch keines der drei Unternehmen über einen vertraglich fixierten Startplatz in Europa (Stand 07/2020). In Planung befindliche Startplätze in Europa existieren bisher entweder nur auf dem Papier, liegen außerhalb der EU oder werden erheblichen Einschränkungen wie etwa einer Begrenzung der Starts unterliegen.

Auch global gesehen fehlt es zunehmend an adäquaten Startplätzen: Ausschlaggebend hierfür ist die rasant zunehmende Kommerzialisierung der Raumfahrt. Aktuellen Schätzungen zufolge wird der

globale Raumfahrtmarkt von 360 Milliarden US-Dollar (2018)<sup>6</sup> bis 2040 auf bis zu 2.700 Milliarden US-Dollar um mehr als das Siebenfache wachsen.<sup>7</sup>

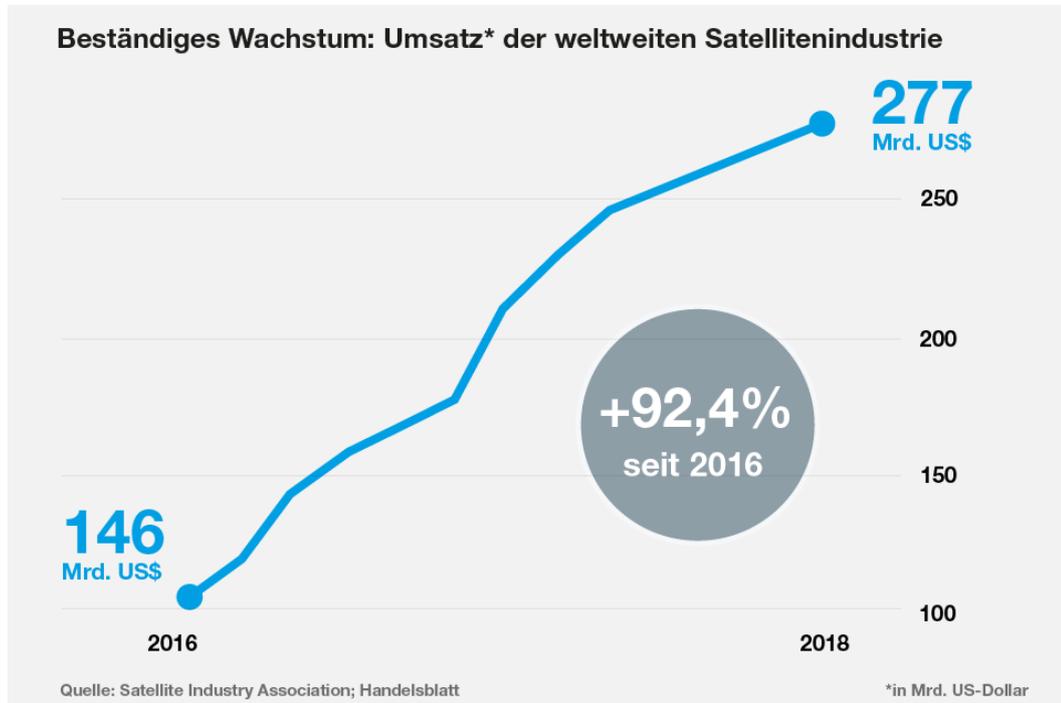


Abb. 2: Wachstum des globalen Satellitenmarktes



Milliardeninvestitionen fließen in Projekte für ein weltumspannendes Mobilfunknetz, globales Breitbandinternet und schmalbandige Datendienste für das Internet der Dinge und vernetzte Maschinen. Dies ist gleichbedeutend mit einem erhöhten Bedarf an Bau, Start und Betrieb von Satelliten und Satellitenkonstellationen sowie deren Wartung.

Beratungsunternehmen gehen davon aus, dass bis 2028 viermal mehr Satelliten ins All verbracht werden als in den letzten zehn Jahren. Davon werden wiederum 86 Prozent Kleinsatelliten sein.<sup>8</sup> 53 Prozent dieser Satelliten werden einen polaren- oder sonnensynchronen Orbit benötigen. Es wird geschätzt, dass sich das exponentielle Wachstum nach 2028 weiter beschleunigen wird.

<sup>6</sup> Bryce Space and Technologies (2020): "Trends in the Global Space Economy."

<sup>7</sup> Bundesverband der Deutschen Industrie (2019): „Zukunftsmarkt Weltraum: Handlungsempfehlungen der deutschen Industrie“.

<sup>8</sup> Euroconsult (2020): "The satellite industry in transition", SSC Space Conference 2020.

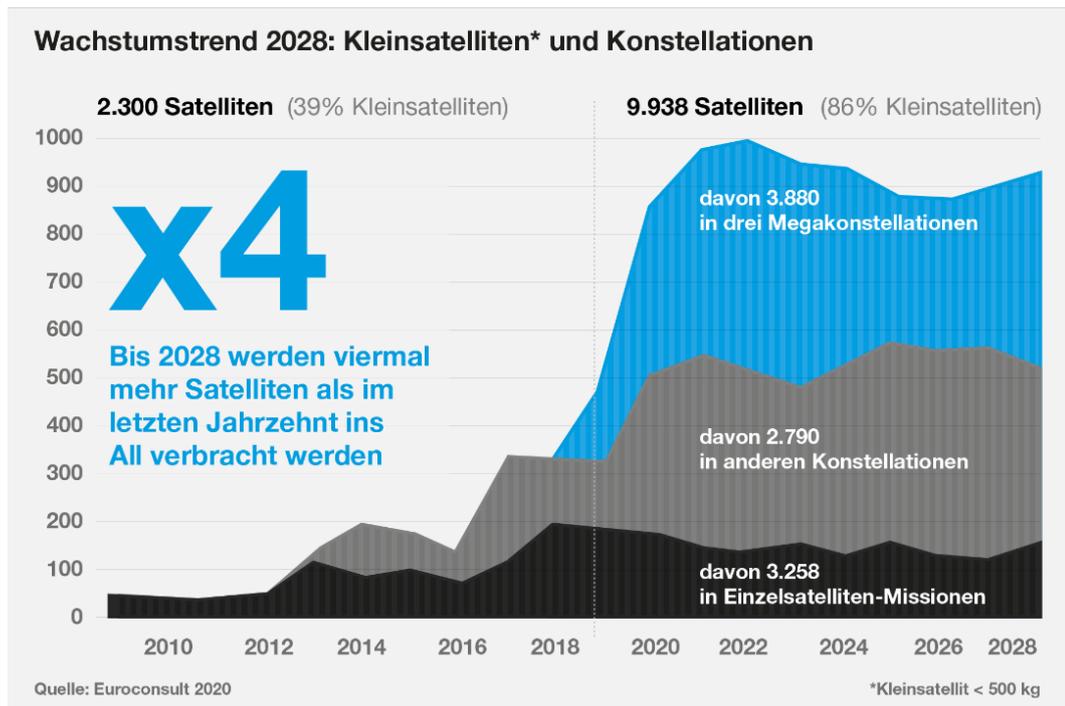


Abb. 3: Trend: Kleinsatelliten und Konstellationen



Bis zum Jahr 2028 sind nach heutigem Stand 55 Projekte für Konstellationen oder Formationen mit mehr als jeweils fünf Satelliten geplant, wofür in den nächsten Jahren 6.600 Satelliten ins All verbracht werden.<sup>9</sup> Insgesamt ist mit mehr als 1.000 neuen Satelliten jährlich zu rechnen.<sup>10</sup>

Realisiert SpaceX mit dem Projekt Starlink die Verbringung von 12.000 neuen Satelliten in den nächsten Jahren<sup>11</sup>, würde sich die Anzahl noch deutlich erhöhen. Auch das Projekt Kuiper von Amazon erhielt kürzlich grünes Licht, bis 2029 über 3.000 neue Satelliten in den Orbit zu bringen.<sup>12</sup>

<sup>9</sup> Euroconsult (2020): "The satellite industry in transition", *SSC Space conference 2020*.

<sup>10</sup> Euroconsult (2020): "Prospects for the Small Satellite Market", *6<sup>th</sup> Edition*.

<sup>11</sup> Forbes: "Is SpaceX 'Fixing' Bright Starlink Satellites? Elon Musk Says Yes As Europe Sees 'String Of Pearls'", 23. April 2020.

<sup>12</sup> Reuters: "Taking on SpaceX, Amazon to invest \$10 billion in satellite broadband plan", 30. Juli 2020.

Tabelle 1: Satellitenkonstellationen (Kommerziell, Auswahl, Stand: April 2020)

Quelle: Erik Kulu (2020): <https://www.newspace.im/>

\* Prognosen für Ausweitungen

Unternehmen	Verbrachte/geplante Satelliten
Adaspace	4/192
Aistech (DANU/HYDRA)	2/150
Amazon (Project Kuiper)	0/3236
AST&Science (SpaceMobile)	1/243
Astrocast	2/80
Astrome (SpaceNet)	0/198
Canon	1/100
Commsat (Ladybug/Ladybird)	8/72
FleetSpace	4/100
Kepler Communications	2/140
KLEO	2/300
Laserfleet	2/288
NanoAvionics	3/72
OneWeb	74/648
Orbcomm (OG2)	50/52
OroraTech	0/100
Planet (Flock/Dove)	387/150
Planet (Terra Bella/Skybox)	15/24
Satellogic	7/90
SatRevolution (REC)	1/1024
Spaceflight (BlackSky)	5/60
Spacety	18/480
SpaceX (Starlink)	362/4425 (12.000*)
Spire (Lemur/Minas)	115/150
Swarm Technologies	9/600
Telesat	2/117 (292*)

Nach heutigen Prognosen (Stand 2019) werden militärische Zwecke sechs Prozent und der wissenschaftliche Bedarf sieben Prozent der neuen Satelliten ausmachen. Der Hauptanteil entfällt mit 76 Prozent auf kommerzielle Nutzungen.<sup>13</sup> Allein von der Satellitennavigation sind bereits zehn Prozent der EU-Wirtschaftsleistung abhängig.<sup>14</sup> Erdbeobachtungsdaten schaffen vor allem im Klima-,

<sup>13</sup> Euroconsult (2020): "Prospects for the Small Satellite Market", 6<sup>th</sup> Edition.

<sup>14</sup> Handelsblatt: "Profit im Orbit", 8. November 2019.

Ressourcen- und Umweltbereich einschließlich der Land- und Forstwirtschaft einen erheblichen praktischen Nutzen. Dort werden auch hohe private Umsätze generiert.

Die bestehenden Startplätze können diesen steigenden Bedarf am Raumtransport kleiner Satelliten aktuell bereits nicht decken.

Ein enger Schulterschluss zwischen Staat und Wirtschaft ist daher nötig: Regierungen und staatliche Institutionen schaffen den rechtlichen Rahmen, stellen die notwendige Startinfrastruktur zur Verfügung und fungieren als Kunde und Ankerkunde. Im Gegenzug profitieren staatliche Institutionen davon, schneller konkret nutzbare Produkte und innovative Dienstleistungen zu erhalten.

Eine erfolgreiche Verknüpfung von kommerzieller Raumfahrt und Staat zeigt der Blick in die Vereinigten Staaten. SpaceX ist in den vergangenen Jahren durch langfristige Aufträge staatlicher Institutionen zu einem Global Player herangewachsen. Die entsprechende Infrastruktur in Cape Canaveral und anderen Startplätzen stellt die US-Regierung gegen Nutzungsgebühren zur Verfügung. Gleichzeitig brachte die Zusammenarbeit mit SpaceX immense technische Innovationen für die Projekte der NASA. Vor Kurzem hat SpaceX einen Langzeitauftrag für Raketenstarts durch das US-Militär erhalten. Mit dem kürzlich getroffenen Beschluss, die von der US-Space Force betriebene Vandenberg Air Force Base für den Start von kommerziellen Trägerraketen auszubauen, reagieren die USA einmal mehr mittels Kooperation von Wirtschaft, Staat und Forschung zügig auf neue Entwicklungen. Investitionen in den (privaten) Raumfahrtsektor werden als Teil der übergeordneten Strategie für wirtschaftliche und militärische Vormachtstellung eingeordnet. Der Bedarf wird durch 25 bereits erfolgte Starts von der Vandenberg Air Force Base seit 2018 sichtbar.<sup>15</sup>

### 3. Deutscher Bedarf: Innovation, Wettbewerb und strategische Souveränität

Ein deutscher Startplatz würde eine Partizipation an diesem Zukunftsmarkt unmittelbar ermöglichen. Der internationale Wettbewerbsdruck auf die deutsche Industrie nimmt zu. Es besteht ein kritischer Zeithorizont, um sich als autonomer Akteur zu etablieren und die Voraussetzungen für Zukunftstechnologien zu sichern.

#### Stärkung New Space-Ökosystem und Start-ups

Laut einer aktuellen BDI-Umfrage wünschen sich 93 Prozent der befragten deutschen Raumfahrtunternehmen einen Systemwechsel nach US-amerikanischem Vorbild.<sup>16</sup> Denn die Finanzierung während der kapitalintensiven Wachstumsphase stellt die jungen Unternehmen in Deutschland vor enorme Schwierigkeiten: Die zur Verfügung stehenden Volumina sind zu gering und deutsche Investoren vorwiegend risikoavers.

So berichtete jüngst unter anderem die Financial Times<sup>17</sup>, dass deutsche Unternehmen in der Wachstumsphase mittlerweile vermehrt Finanzierungsangebote aus den Vereinigten Staaten erhalten – häufig verbunden mit der Perspektive auf staatliche Aufträge durch die US-Space Force oder die NASA.<sup>18</sup> Hieran ist jedoch eine Unternehmensgründung oder eine Verlagerung des Firmensitzes

---

<sup>15</sup> Spacenews: "California seeks to expand commercial space launch at Vandenberg Air Force Base", 5. August 2020.

<sup>16</sup> Bundesverband der Deutschen Industrie (2020): „New Space-Sektor von Coronakrise dramatisch betroffen“, <https://bdi.eu/artikel/news/corona-impact-new-space-unternehmen/>.

<sup>17</sup> The Financial Times: „US interest in German space start-ups is not rocket science“, 18. August 2020.

<sup>18</sup> Ebenda.

gebunden.<sup>19</sup> Mit der Abwanderung droht Deutschland ein erheblicher Verlust signifikanten technologischen und menschlichen Know-hows aus deutscher Spitzenforschung.

Neben der Finanzierung bieten die Vereinigten Staaten privaten Start- und Betreiberunternehmen vor allem auch die notwendige Startinfrastruktur.<sup>20</sup> Steht eine solche kritische Infrastruktur in Deutschland nicht zur Verfügung, besteht die ernsthafte Gefahr, dass Unternehmen abwandern (müssen) und Deutschland einen strategischen Zukunftssektor mit enormem technologischen Potenzial dauerhaft verliert.

---

**Sollte die Bundesregierung verstärkt Aufträge als Ankerkunde an New Space-Unternehmen nach dem Vorbild der USA vergeben?**

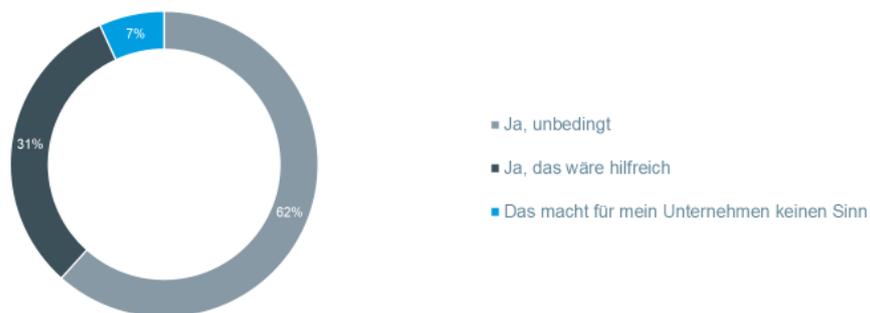


Abb. 4: BDI-Umfrage



Analog dem globalen Startbedarf wird auch der deutsche Bedarf, sowohl kommerziell als auch institutionell, weiter steigen.

### Kommerzieller Bedarf

Deutschland verfügt mit den ansässigen Systemhäusern, mittelständischen Unternehmen, Zulieferern und Start-ups über die Expertise und Innovationskraft, um eine führende Rolle im New Space-Zeitalter zu spielen. In nahezu allen Geschäftsbereichen des Up- und Downstream-Sektors ist Deutschland vertreten. Eine eindeutige Stärke liegt im Bereich der satellitengestützten Dienstleistungen und die Bereitstellung von Satellitendaten. Schon jetzt erreicht die Raumfahrtindustrie in Deutschland einen Jahresumsatz von fast drei Milliarden Euro (2019). Ungefähr 80 neue Unternehmen sind in den letzten Jahren entstanden, die weltweit führende Technologien und Anwendungen entwickeln.

Eine Startmöglichkeit für kleine Trägerraketen in Deutschland bildet die notwendige Systemkomponente, um deutsche Technologien zu erproben und im Markt zu platzieren, Kleinsatelliten ins All zu verbringen, zu betreiben und für vielfältige Zwecke einsetzen zu können.

---

<sup>19</sup> WirtschaftsWoche: „Der Ruf des Geldes: Wie CIA, US-Militär und Nasa deutsche Start-ups in die USA locken“, 21. Juli 2020.

<sup>20</sup> Ebenda.

Mehrere deutsche Unternehmen planen den Aufbau eigener Satellitenkonstellationen unter anderem für die Erdbeobachtung, die Erstellung von Wärmebildern in höchster Auflösung und Aktualität und das Monitoring bestehender Infrastrukturnetze. Schienen, Stromtrassen und Pipelines mussten bisher von Menschen vor Ort regelmäßig kontrolliert werden, um festzustellen, wo etwa Bäume auf die Trassen stürzen könnten oder Erdbeben drohen. Das ist zeit- und kostenintensiv. Deutsche Konzerne aus der Verkehrs- und Logistikbranche mit weitverzweigter Infrastruktur lassen ihre Netze deshalb mit Erdbeobachtungssatelliten überwachen. Smarte Verkehrssysteme (der Zukunft) sind auf ständig verfügbare Echtzeitdaten angewiesen.

Satellitengestützte Digital Farming Solutions deutscher Unternehmen helfen dabei, das Potenzial von Feldern und Feldzonen optimal zu nutzen. Dies erhöht die Effizienz, spart Zeit, optimiert Pflanzenbau und -schutz und leistet gleichzeitig einen Beitrag zur nachhaltigen Landwirtschaft. Kunden aus der Landwirtschaft erhalten mehr Planungs- und Entscheidungssicherheit bei weniger Risiko.

Im Bereich der Klein- und Kleinstsatelliten und ihrer Anwendungen sind in Deutschland mehrere innovative Start-ups mit hohem technologischem Potenzial entstanden. Internationale Aufträge und höchstdotierte Forschungspreise zeigen eine besonders hohe Wettbewerbsfähigkeit. Eine höhere Nachfrage durch staatliche Ankerkunden wie in den USA, würde diesen Zukunftssektor entscheidend stärken.

Mit Blick auf die zukünftigen Potenziale durch Industrie 4.0, das Internet der Dinge und den automatisierten Informationsaustausch wird sich der kommerzielle Bedarf nach Satellitendaten dynamisch weiterentwickeln. Daraus resultiert ein erheblicher Bedarf entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Microlauncher-Hersteller bis zu den Klein- und Kleinstsatelliten-Herstellern, aber auch bei der Weiterverarbeitung der gewonnenen Daten für Endkunden. Dies bietet die Chance, weltweite Standards in Deutschland zu setzen und vielversprechende Zukunftsmärkte zu erschließen.

Die Märkte für Kleinstsatelliten und Microlauncher sind eng verknüpft. Dies zeigt sich zum Beispiel darin, dass sich die Produktion von Kleinstsatelliten zunehmend in die Nähe von Startplätzen verlagert. Besonders attraktiv entwickelt sich die Nachfrage für sehr niedrig fliegende Satelliten, die kürzere Latenzzeiten für Telekommunikationsanwendungen und höhere Auflösungen bei der Erdbeobachtung bieten. Allerdings sind damit auch kürzere Lebensdauern verbunden. Dies erfordert die Herstellung größerer Stückzahlen und deshalb einen Übergang hin zu einer hochautomatisierten Serienfertigung von Kleinstsatelliten. Die ersten Fabriken für Kleinstsatelliten-Megakonstellationen wurden bereits in Betrieb genommen. Während die ersten OneWeb-Satelliten noch in Toulouse (Frankreich) mit großen Anteilen traditioneller Fertigung hergestellt wurden, erfolgte im Juli 2019 die Eröffnung der Satellitenfabrik in Florida vor den Toren des Kennedy Space Centers. SpaceX fertigt seine Starlink-Satelliten in einer Fabrik bei Seattle mit einer Rate von etwa sechs Satelliten pro Tag.

Für Deutschland, mit seinem sehr wettbewerbsfähigen Produktions-Know-how, insbesondere den weit entwickelten Industrie 4.0-Ansätzen, eröffnen sich wirtschaftlich konkurrenzfähige Perspektiven. Es liegen bereits fachliche Machbarkeitsstudien vor, eine „Zukunftsfabrik Satellitenbau“ zu errichten, die Grundlagen für nachfolgende kommerzielle Aktivitäten schaffen würde.

## Responsive Space Fähigkeit

Unter strategischen Aspekten gewinnt Raumfahrt rasant an Bedeutung. Die NATO hat das All als fünftes militärisches Operationsgebiet definiert, die Bundeswehr benennt Responsive Space als militärische Anforderung. Sie beschreibt damit die Fähigkeit, militärische und nachrichtendienstliche Systeme präzise und kurzfristig im Weltraum zu platzieren, zu nutzen und im Falle von Störungen oder Angriffen schnell zu ersetzen. Dadurch kann eine schnelle und individuelle Unterstützung operativer und taktischer Missionen auf der Erde unterstützt werden.<sup>21</sup>

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) errichtet deshalb gerade mit finanzieller Beteiligung des Verteidigungsministeriums ein eigenes Kompetenzzentrum am Standort Trauen. Die Festlegung der „Strategischen Leitlinie Weltraum“ und die Betonung der Notwendigkeit, „Fähigkeiten [zu] entwickeln, schnell und verzugslos Zugang zum All zu erlangen“<sup>22</sup>, verdeutlichen die Relevanz einer Startmöglichkeit von deutschem Boden von Responsive Space als strategische Handlungsoption.

Satellitendaten sind für die Aufklärung und Lagebilderstellung entscheidend. Für Auslandseinsätze der Bundeswehr sind sie bereits jetzt unabdingbar. Ein Netz aus Klein- und Kleinstsatelliten kann eine kostengünstige, verschlüsselte und abhörsichere Kommunikation ohne zeitlichen Verzug ermöglichen. Bereits 2021 soll mit QUBE ein erster deutscher Kleinstsatellit für das Bundesministerium für Bildung und Forschung mit einer Masse von nur vier Kilogramm zur Demonstration kritischer Quantenverschlüsselungstechniken für eine abhörsichere Kommunikation im Orbit platziert werden. Diesen Vorsprung gilt es weiter auszubauen und aus dem Forschungsbereich in den operationellen Bereich zu überführen.

Die wachsende globale Bedeutung von Satellitenanwendungen im Digital- und Cyberbereich wird ihre Relevanz für die Streitkräfte noch deutlich intensivieren. Gleichzeitig können Kleinstsatelliten zur Sicherung größerer und kritischer Weltrauminfrastruktur genutzt werden.<sup>23</sup> Auch hier ist die Fähigkeit, auf Beschädigungen oder Angriffe zeitkritisch reagieren zu können, unverzichtbar. Der Bedarf für die Bundeswehr, die Geheimdienste und das Verteidigungsministerium ist von großer Bedeutung für die nationale Sicherheit und Souveränität der Bundesrepublik.

## Wissenschaft und Forschung

Immer mehr Hochschulen und Forschungseinrichtungen stellen eigene Kleinstsatelliten für Forschungszwecke her. Microlauncher ermöglichen es ihnen, wissenschaftliche Missionen, etwa zur Erdbeobachtung, deutlich umfangreicher durchzuführen. Mit der Nutzung mehrerer kleiner statt eines großen Satelliten, können Forschungsmissionen zudem risikoärmer durchgeführt werden, da ein Ausfall leichter kompensiert werden kann. Die Aktualität der Daten und der daraus generierten Forschungsergebnisse erreicht neue Dimensionen (Flächendeckung, Echtzeitdaten).

Die Miniaturisierung von Satelliten und ihrer Komponenten ist ein wachsendes Forschungsfeld, auf dem Deutschland unter anderem mit der Technischen Universität Berlin und der Universität Würzburg führend ist. Auch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) spielt eine entscheidende Rolle. Mit günstigen Startmöglichkeiten bietet sich die Möglichkeit eines beträchtlichen Ausbaus dieses

---

<sup>21</sup> Air Force Space Command: „Defining Responsive Space“, <https://www.afspc.af.mil/About-Us/Leadership-Speeches/Speeches/Display/Article/252920/defining-responsive-space/>.

<sup>22</sup> Deutscher Bundestag; Verteidigungsausschuss: *Drucksache 19(12)596*, 22. Oktober 2019.

<sup>23</sup> VDI (2019): „VDI-Position: New Space“.

Forschungsbereichs und verknüpfter Anwendungsgebiete. Universitäre Ausgründungen würden hierdurch gestärkt, wodurch weiterer Bedarf generiert würde.

Auch in bislang wenig mit Raumfahrt assoziierten Forschungsfeldern können Kleinsatelliten neue wissenschaftliche Möglichkeiten eröffnen, beispielsweise in den Geowissenschaften. Dies ist für die starke Forschungslandschaft in Deutschland mit den verschiedenen Fraunhofer-, Leibnitz-, Helmholtz- und Max-Planck-Instituten relevant. Der Wissenschaftsstandort Deutschland hat insgesamt einen wachsenden Bedarf an Kleinsatellitenbau und -nutzung und damit an günstigen Startmöglichkeiten aus der Bundesrepublik.

### **Internationale Zusammenarbeit**

Fortschrittliche Nutzungsmöglichkeiten und ein entsprechender Bedarf ergeben sich auch im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit. Hiervon könnten vor allem die Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) und Nicht-Regierungsorganisationen profitieren. Satellitendaten ermöglichen beispielsweise eine zügige Reaktionsfähigkeit bei Naturkatastrophen und Krisensituationen. Durch ein Monitoring in Echtzeit, kann umgehend Hilfe organisiert und die weiteren Auswirkungen reduziert werden.

Auch in Zukunft müssen alle Menschen mit den begrenzten natürlichen Ressourcen versorgt werden. Satellitengestützte Anwendungen leisten unverzichtbare Beiträge, um die Umwelt und das Klima genau zu beobachten und die knappen Ressourcen sorgsam, umweltgerecht und nachhaltig zu bewirtschaften. Dies trägt zu mehr Nachhaltigkeit und dem Erreichen der globalen Sustainable Development Goals (SDG) bei. Zudem können geologische Explorations zu Rohstoffvorkommen umweltfreundlich und mit weniger Aufwand durchgeführt werden.

Vor allem ermöglichen Konstellationen aus Kleinsatelliten die Etablierung von Kommunikationsnetzen und schnellem Internet auch in ländlichen oder wenig erschlossenen Gebieten. Damit kann zahlreichen Menschen die globale Vernetzung und Teilhabe an den Chancen des digitalen Wachstums ermöglicht werden. Bildungsmöglichkeiten erreichen eine neue Dimension und befördern Inklusion sowie die Erschließung von menschlichem und wirtschaftlichem Potenzial. Zudem bieten die technologischen Fortschritte im Bereich der Klein- und Kleinstsatelliten neue Möglichkeiten der internationalen Entwicklungszusammenarbeit, sowohl für die staatlichen Akteure als auch für Nicht-Regierungsorganisationen.

## Beispiele nationaler Bedarf

### Kommerzieller Bedarf

- **Erdbeobachtungskonstellationen**
- **Wärmebildkonstellationen**
- **Infrastrukturmonitoring**
- **Globales Breitbandinternet**

### Strategischer Bedarf

- **Bundesministerium der Verteidigung und Bundeswehr**
  - Responsive Space
  - Auslandseinsätze
  - Aufklärungszwecke
  - Cybersicherheit
- **Bundesnachrichtendienst**
  - Sichere Kommunikation
  - Auslandsaufklärung

### Wissenschaftlicher Bedarf

- **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt**
  - Forschung und Tests
- **Fraunhofer-Gesellschaft**
  - Forschung
- **Universitäten**
  - Kleinsatelliten-Initiative, Forschung

### Institutioneller Bedarf

- **Auswärtiges Amt**
  - Krisenfrüherkennung und -management
- **Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit**
  - Internationale Bildungsprojekte, nachhaltige Entwicklung und Beschäftigung, Versorgungssicherheit
- **Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat**
  - Schutz kritischer Infrastrukturen, Krisenmanagement

## 4. Geplante Startmöglichkeiten in Europa

Mehrere europäische Staaten beschäftigen sich schon mit der Planung eines eigenen Startplatzes. Im Gespräch sind die Azoren, Schottland, Schweden und Norwegen. Deren tatsächliche Realisierung und die mögliche Nutzbarkeit für deutsche Unternehmen sind bei genauerer Betrachtung jedoch fraglich.

Die **Azoren** haben im September 2018 einen internationalen Aufruf zur Interessenbekundung gestartet, um einen Startplatz auf der kleinen Nebeninsel Santa Maria zu planen, aufzubauen und zu betreiben. Dieser erste Schritt wurde Ende 2018 abgeschlossen. Die Planung sah eine vertragliche Regelung und die Ausschreibung für Umsetzungsvorschläge von Bau, Nutzung und Betrieb bereits für Mitte 2019 vor.<sup>24</sup> In der Praxis wurden diese Punkte bisher nicht umgesetzt. Unternehmen, die ihr Interesse bekundet hatten, suchen daher nun nach anderen Möglichkeiten, um ihre Raketen zu starten, darunter Orbex (Großbritannien) oder die Rocket Factory Augsburg. Selbst bei einer Realisierung besteht die Gefahr, dass sich die Höhenwinde bei einem Start von den Azoren aus als ähnlich problematisch erweisen könnten wie bereits beim Weltraumbahnhof in Kourou.

In **Schottland** sind die Pläne für den Space Hub Sutherland auf der Halbinsel A'Mhoine weiter fortgeschritten und wurden im August genehmigt. Die gegebenen Bedingungen sind für einen Startplatz grundsätzlich geeignet.<sup>25</sup>

Problematisch ist jedoch, dass die Startmöglichkeiten auf lediglich zwölf Starts pro Jahr beschränkt sind.<sup>26</sup> Der schottische Weltraumbahnhof kann den zukünftigen Bedarf daher nicht annähernd decken. Dies gilt insbesondere für die deutschen Hersteller, da die Startrechte bereits mit den Start-ups Orbex, Lockheed Martin, SpaceX und Virgin Orbit verhandelt werden.<sup>27</sup> Starts aus Schottland sind für deutsche Unternehmen vor diesem Hintergrund kaum eine realistische Option.

Eine zweite Option für einen Startplatz in Schottland ist Unst, eine der Shetland-Inseln. Dieser befindet sich allerdings noch in einer sehr frühen Planungsphase: Ein offizieller Antrag auf Planungsgenehmigung steht noch aus. Dennoch haben US-amerikanische Unternehmen bereits Interessensbekundungen eingereicht, sodass im Falle einer Realisierung Startrechte für deutsche Unternehmen nicht (ausreichend) zur Verfügung stehen könnten. Die UK Space Agency hat bereits einen 23,5 Millionen Pfund schweren Zuschuss an Lockheed Martin vergeben, der zur Förderung eines schottischen Startplatzes investiert werden soll. Das Unternehmen entschied sich auf Basis dieser Förderung kürzlich für eine Unterstützung des Platzes in Unst.

Beiden möglichen Startplätzen in Schottland steht entgegen, dass Großbritannien kein Mitgliedsstaat der Europäischen Union mehr ist und die Übergangsfrist Ende des Jahres ausläuft. Durch den Brexit ergibt sich nicht nur eine unklare Situation hinsichtlich der Transport- und Genehmigungsprozesse. Insbesondere für Kunden aus dem Militär- und Sicherheitsbereich ergeben sich auch strategische Einschränkungen bei der Nutzung von Startplätzen außerhalb der EU.

Als weitere Startmöglichkeit wird Kiruna im Norden **Schwedens** gehandelt. Dort existiert seit 1972 ein von der Swedish Space Corporation (SSC) betriebener ziviler Startplatz, der European Space and

<sup>24</sup> Atlantic International Satellite Launch Programme (2018): *ISLP*, <http://atlanticsatelliteprogramme.org/ISLP.html>.

<sup>25</sup> Golem.de: „Schottischer Weltraumbahnhof genehmigt“, <https://www.golem.de/news/raumfahrt-schottischer-weltraumbahnhof-genehmigt-2008-150383.html>.

<sup>26</sup> Highlands and Islands Enterprise: „Space Hub Sutherland“, <https://www.hie.co.uk/our-region/regional-projects/space-hub-sutherland/>.

<sup>27</sup> Daily Mail Online: „Go for Launch: First Orbital Spaceflight from UK Soil Is a Step Closer After the £17.9 Million Space Hub Sutherland Spaceport Is Given Planning Approval“, 26. Juni 2020, <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-8463985/First-orbital-spaceflight-UK-soil-step-closer-spaceport-gets-planning-approval.html>.

Sounding Rocket Range (Esrange). Dieser ist vor allem bei Bodennetzwerkdiensten ein wichtiger Akteur. In Kooperation mit der ESA finden Ballon- und Raketenstarts (Höhenforschungsraketen) zu wissenschaftlichen und technisch-experimentellen Zwecken statt.<sup>28</sup> Ob hingegen eine kommerzielle Nutzung durch Microlauncher möglich wäre, wurde noch nicht offiziell geprüft. Hierfür müssten vor allem die Überflugrechte über Norwegen geklärt werden (welche im Rahmen der ESA-Kooperation bei den bisherigen Zwecken keine Rolle spielten), da der Startplatz inmitten des skandinavischen Festlands liegt. Ein aufwändiges sogenanntes Dogleg-Manöver scheint aufgrund der norwegischen Stadt Tromsø unumgänglich. Unklar sind zudem die verfügbaren Azimute. Es ist daher unwahrscheinlich, dass Flugbahnen in sonnensynchrone Orbits realisierbar sind.

Ebenfalls als Startplatz im Gespräch ist Andøya in **Norwegen**. Ähnlich wie in Schweden besteht auch hier ein kleiner wissenschaftlich geprägter Startplatz für suborbitale Flüge und Höhenforschungsraketen sowie die Atmosphärenforschung.<sup>29</sup> Dieser wird vom größtenteils staatlichen Andøya Space Center betrieben. 2018 kamen mit Gründung der Tochtergesellschaft Andøya Spaceport erste Planungen für kommerzielle Nutzungsmöglichkeiten auf, mit einer derzeitigen Planungsperspektive bis 2025.<sup>30</sup> Unklar ist, wie viele Starts im gegebenen Fall realisiert werden können und ob es weitere Einschränkungen, z. B. wegen der Fischerei, geben wird. So ist u. a. noch eine umfangreiche Konsultation mit allen relevanten Wirtschaftsakteuren erforderlich. Insbesondere gilt zu berücksichtigen, dass Norwegen wie auch Großbritannien kein EU-Mitgliedsstaat ist, und somit höhere regulatorische und bürokratische Anforderungen zu erwarten sind.

Deutlich wird, wie schmal das Zeitfenster für die Entscheidungen und ihre entsprechenden Umsetzungen ist, um eine zukunftsweisende politische Entscheidung zu treffen: Die Hersteller suchen nach verlässlichen Startmöglichkeiten für die nächsten Jahre und müssen sich sehr zeitnah festlegen.

---

<sup>28</sup> Swedish Space Corporation (SSC): „Your Partner For Advanced Space Services“, [https://www.sscspace.com/wp-content/uploads/2018/02/AboutSSC\\_SSC\\_CompanyPresentation.pdf](https://www.sscspace.com/wp-content/uploads/2018/02/AboutSSC_SSC_CompanyPresentation.pdf).

<sup>29</sup> Andøya Spaceport, <https://www.andoyaspaceport.no/the-company/>.

<sup>30</sup> Vol.No: „26 millioner kroner til Andøya Space Port“, <https://www.vol.no/nyheter/andoy/2020/07/30/26-millioner-kroner-til-Andøya-Space-Port-22382622.ece>.

Tabelle 2: Geplante und bestehende europäische Startplätze

	Bereits nutzbar	Innerhalb der EU	Einschränkungen	Eigentümer/Betreiber
<b>Azoren</b>	–	+	Frühes Planungsstadium, Widerstand der örtlichen Bevölkerung, Höhenwinde	Ausschreibung für Betreiber geplant (Zusammensetzung und Finanzierungsstruktur offen); Unterstützung durch portugiesische Regierung, Regionalregierung der Azoren, Portugal Space
<b>Schottland, Space Hub Sutherland</b>	–	–	Begrenzung auf 12 Starts p.a., bereits Vereinbarungen mit u.a. Orbex und Lockheed Martin, nicht in EU	Eigentümer und Ausbau: Highlands and Islands Enterprise (Behörde); Betrieb: Ausschreibung für Launch Site Operator geplant
<b>Schottland, Unst</b>	–	–	Frühes Planungsstadium, Exklusivvereinbarung mit Lockheed Martin, nicht in EU	Shetland Space Centre Ltd.
<b>Schweden</b>	–	+	Kommerzielle Nutzungsmöglichkeit und Überflugrechte unklar	Staatseigene Swedish Space Centre Corporation
<b>Norwegen</b>	–	–	Nicht in EU, Planungshorizont bis 2025	Andoya Space Center (Norwegian Space Agency)
<b>Französisch-Guayana, Kourou</b>	+	(+)	Über 5.000 km Entfernung vom europäischen Festland (Transportkosten/-aufwand), kurzfristige Starts nicht möglich	Französische Raumfahrtagentur CNES, ESA, Betrieb: CNES

## 5. Deutscher Startplatz: Anforderungen und Umsetzung

Für den Start ins All müssen Satelliten aus Deutschland bisher zum europäischen Weltraumbahnhof in Kourou in Französisch-Guayana oder zu Startplätzen nach Amerika, China, Russland oder Indien transportiert werden. Dies ist teuer und bürokratisch aufwändig. Die Kleinsatelliten werden vorwiegend als ergänzende Lasten „Huckepack“ mit den großen Trägerraketen ins All transportiert. Damit sind sie jedoch auch an den vorgegebenen Zielorbit gebunden, der nicht unbedingt für sie geeignet ist. Auch auf den Startzeitpunkt haben die Eigentümer der mitfliegenden kleineren Frachten keinen Einfluss, sodass lange Wartezeiten nicht unüblich sind.

Da Satelliten zudem „Dual-Use“ Güter sind, wird ein Start im außereuropäischen Ausland als Export gewertet und muss vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) in jedem Einzelfall genehmigt werden. Die Exportgenehmigung kann mitunter mehrere Monate dauern. Ein deutscher Startplatz würde attraktive „Just-in-Time“ Verbringungen ermöglichen und die Transportkosten zur Abschussrampe signifikant reduzieren. Langwierige Exportgenehmigungen würden komplett entfallen.

### Anforderungen und Eignung

Eine Machbarkeitsanalyse der Rocket Factory Augsburg im Auftrag der OHB SE kommt zu dem Ergebnis, dass eine mobile Startplattform in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Nordsee für den Start von kleinen Trägerraketen in polare- und sonnensynchrone Orbits geeignet ist.

Mehr als die Hälfte der zukünftigen Satelliten werden in einen sonnensynchronen Orbit mit hoher Inklination verbracht.<sup>31</sup> Dieser bietet für kommerzielle, militärische und wissenschaftliche Anwendungen beste Bedingungen, da die Erde flächendeckend beobachtet werden kann. Um sonnensynchrone und polare Orbits zu erreichen, ist ein Start aus Äquatornähe nicht erforderlich.

Die sonnensynchrone, polare Umlaufbahn ist von der Nordsee aus gut zu erreichen, ohne dass Landmassen überflogen oder aufwändige Ausweichmanöver notwendig sind. Die kurzzeitige Nutzung des Luftraums für den Start der Microlauncher in der Nordsee kann gemäß bereits eingespielter Verfahren gestaltet werden: So können Nordsee-Anrainer den Luftraum nach Absprache vorübergehend als sogenannte „Danger Zones“ sperren. Als Vorbild können zudem die Luftkorridore dienen, die regelmäßig über deutschem Luftraum eingerichtet werden, um NATO- und US-amerikanischen Drohnen Flüge über Deutschland in Richtung Ostsee zu ermöglichen.

Eine mobile Offshore-Plattform, welche sich innerhalb der AWZ befindet, bietet somit gute Voraussetzungen als Startplatz für kleine Trägerraketen. Diese würden die großen Raketen, wie die Ariane, welche für andere Missionen weiter unverzichtbar bleiben werden, sinnvoll ergänzen.

Ebenso wäre ein deutscher Startplatz für kleine Trägerraketen keine Konkurrenz, sondern eine Ergänzung zum europäischen Weltraumbahnhof in Französisch-Guayana. Auch vom Guyana Space Centre wären Microlauncher-Starts möglich, allerdings stehen die Kosten und der zeitliche Aufwand des Transports in das Übersee-Departement in keinem Verhältnis zu den am Markt umsetzbaren Preisen für einen Microlauncher. Ein deutscher Startplatz würde allen europäischen sowie internationalen Partnern für eigene Starts zur Verfügung stehen.

---

<sup>31</sup> Euroconsult (2020): „The satellite industry in transition“, *SSC Space conference 2020*.



Abb. 5: Flugbahnen zur Erreichung sonnensynchroner, polarer Orbits  
Quelle: Rocket Factory Augsburg: Sea Platform: Vision and Inspiration.



### Umsetzung: Privatwirtschaftliches Betreibermodell mit staatlicher Unterstützung

Bei der Umsetzung sollte sich Deutschland am erfolgreichen US-amerikanischen Modell orientieren. Die Startplätze gelten hier sowie in anderen Staaten als kritische Infrastruktur. Sie werden aber verschiedenen privaten Unternehmen gegen Entgelt zur Verfügung gestellt. Der kommerzielle Betrieb der Plattform könnte im Wettbewerb ausgeschrieben werden. Der Ansatz ist mit ordnungspolitischen Prinzipien vereinbar.

Eine Beteiligung durch den Bund ist für die Realisierung und Genehmigung der Startplattform unabdingbar. Gleichzeitig würde der Bund dadurch über die strategische Infrastruktur verfügen, um einer Stärkung des New Space-Ökosystems und Start-ups sowie neuen sicherheitspolitischen Anforderungen wie Responsive Space Rechnung zu tragen.

Auf Basis der Anforderungen der drei deutschen Microlauncher-Hersteller hat die Tractebel DOC Offshore GmbH (DOC) ein Konzept für die Realisierung und den privatwirtschaftlichen Betrieb einer mobilen Startplattform erstellt.

Nach einer Beteiligung des Bundes an den Initialkosten, würde sich ein privatwirtschaftliches Betreibermodell kommerziell tragen. Für den Bund entfallen dadurch Verpflichtungen aus Kauf, Umbau oder Betrieb der Plattform. Ebenso sieht das Konzept vor, dass der Bund nach Ausgleich der Initialkosten bereits ab dem Jahr 2025 Starts für sich, Behörden und Einrichtungen für FuE nutzen kann. Bis ca. Ende 2021 besteht für den Bund eine Möglichkeit des Abbruchs der Beteiligung, woraus kein ungerechtfertigter Betrag an Initialkosten verloren geht. Die vom Bund garantiert zu tragenden Initialkosten können über einen Zeitraum von ca. sechs Jahren (2021 bis 2026) verteilt werden und betragen ca. 22,2 Millionen Euro bis maximal 29,7 Millionen Euro (nur bei Abbruch bzw. Kündigung langfristiger Verträge ab 2022). Daraus ergäbe sich ein durchschnittlicher Beitrag des Bundes von 3,7 Millionen Euro bis 5,0 Millionen Euro pro Jahr. Eine optionale Verlängerung der Beteiligung des Bundes durch den Erwerb von Startrechten würde den Markteintritt der Microlauncher-Hersteller unterstützen oder die Möglichkeit zur Erhöhung der Startkapazitäten eröffnen. Nach dem Konzept der

DOC könnten nach der Start-up-Phase des Betreibermodells die Starts für ca. 600.000 Euro wettbewerbsfähig von einer mobilen Startplattform in der Nordsee erfolgen.

Für die Realisierung der Startplattform sollten keine Mittel aus dem nationalen Programm für Weltraum und Innovation verwendet werden. Angesichts seiner geringen Größe gilt es Verdrängungseffekte zu vermeiden.

Mit der bereits vorhandenen Infrastruktur der maritimen Offshore-Windenergieanlagen, verbunden mit der Schiffbauindustrie der deutschen Küstenländer und der langjährigen Erfahrung mit dem Betrieb, verfügt Deutschland über beste Voraussetzungen für eine mobile Startplattform auf See. Ein Startplatz für kleine Trägerraketen auf See könnte einen erheblichen Wachstumsbeitrag für die maritime Wirtschaft in Deutschland generieren und einen branchenübergreifenden Impuls setzen. Dies steht auch im Einklang mit den Ansprüchen und Zielen des Nationalen Masterplans Maritime Technologien.<sup>32</sup>

**Die vollständige Konzeptstudie inklusive Kostenanalyse für eine mobile Abschussplattform in der deutschen AWZ finden Sie nachfolgend beigefügt.**

## 6. Zusammenfassung

Eine deutsche Startplattform würde die Voraussetzungen für einen Wettbewerb der Microlauncher schaffen und damit das gesamte nachgelagerte Ökosystem, bestehend aus u. a. der Herstellung von Klein- und Kleinstsatelliten, innovativen Anwendungen und Forschung stärken. Dies würde wiederum dem Industrieland Deutschland mit seinen integrierten Wertschöpfungsketten zugutekommen sowie Zukunftsmärkte und Arbeitsplatzpotenziale erschließen.

Mit den drei Microlauncher-Herstellern, dem dynamischen New Space Ökosystem, der vorhandenen maritimen Infrastruktur sowie der geografischen Eignung der Nordsee für Raketenstarts in polare- und sonnensynchrone Orbits verfügt Deutschland in Europa über einmalige Voraussetzungen für eine Startplattform. Diese Chance sollte jetzt ergriffen werden.

Die Realisierung einer Startplattform in Deutschland ist keine technische, sondern eine politische Frage. Die vorliegende Konzeptstudie zeigt die Möglichkeiten für eine schnelle Realisierung auf Basis vorhandener Infrastrukturen, Technologien und Lösungen. Mit der Entscheidung für einen eigenen Startplatz würde Deutschland eine strategische Investition tätigen, die dem Anspruch als Hightech-Nation und fortschrittlichem Industrieland Rechnung trägt. Die Bundesregierung sollte deshalb jetzt eine Plattform auf Basis eines privatwirtschaftlichen Betreibermodells für den Start kleiner Raketen in der Nordsee unterstützen und sich aktiv für die Realisierung dieses Vorhabens einsetzen.

---

<sup>32</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): *Nationaler Masterplan Maritime Technologien zur Koordinierung und Stärkung der maritimen Branche.*; Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): *Maritime Forschungsstrategie 2025.*

## Impressum

Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI)  
Breite Straße 29, 10178 Berlin  
www.bdi.eu  
T: +49 30 2028-0

### Redaktion

#### **Matthias Wachter**

Abteilungsleiter  
Abteilung Sicherheit und Rohstoffe  
Bereich Raumfahrt  
T: +49 30 2028-1579  
M.Wachter@bdi.eu

#### **Sarah Hillmann**

Referentin  
Abteilung Sicherheit und Rohstoffe  
Bereich Raumfahrt  
T: +493020281419  
S.Hillmann@bdi.eu

#### **Kerstin Petretto**

Referentin  
Abteilung Sicherheit und Rohstoffe  
Bereich Sicherheit und Verteidigung  
T: +493020281710  
K.Petretto@bdi.eu

# Weltraumbahnhof Offshore

Dokument ID: DOC-BIS-Konzeptstudie\_Weltraumbahnhof

Version No.: 002

## Konzeptstudie und Kostenanalyse für mobile Abschussplattform in der deutschen AWZ

Vers. Nr.:	Datum	Änderungsbeschreibung	Erstellt von:	Geprüft von:	Freigegeben von
001	24.08.2020	DRAFT: Ersterstellung an BDI	MHE	HCB	OSP
002	27.08.2020	Überarbeitete Version, mit Kostenanalyse	OSP/ HCB	SZM	OSP

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

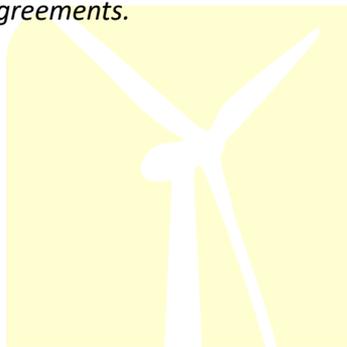
Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 1 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

**Hinweis zum Copyright / References regarding copyright**

Alle in diesem Dokument enthaltenen Informationen, sind für den ausschließlichen Gebrauch der Mitarbeiter von der Tractebel DOC Offshore GmbH (kurz: DOC), dem Auftraggeber sowie den DOC Unterlieferanten vorgesehen. Alle Rechte an diesem Dokument sind geschützt. Das Dokument darf nicht ganz oder teilweise weitergegeben oder weiterverwendet werden, ohne die ausdrückliche Genehmigung von DOC oder ohne Berücksichtigung der vertraglich vereinbarten Regelungen.

*All information included in this document is to be intended for the exclusive use by staff of the Tractebel DOC Offshore GmbH (short: DOC), by the client as well as the DOC subcontractors only. All rights to this document are protected. The document is neither fully nor partially to be passed on to or processed by a third party without the explicit approval of DOC or without consideration of the contractual agreements.*



All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 2 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!



## Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	5
1 Einleitung .....	6
1.1 Ziel.....	7
2 Annahmen.....	8
2.1 Generelle Annahmen.....	8
2.2 Geplante Raketenabschußposition.....	9
2.3 Ablauf.....	9
2.4 Microlauncher- Einheit .....	10
2.5 Layout für Schiffsdeck (mobile Abschussplattform).....	10
2.6 Weitere Anforderungen .....	12
2.6.1 Begleitschiff / Kontrollstation.....	12
2.6.2 Bergungsschiff .....	12
3 Offshore Set-up.....	13
3.1 Transport- und Abschusseinheit (mobile Abschussplattform).....	14
3.1.1 Jack-Up-Schiff / -Barge .....	14
3.1.2 Schwimmende Einheiten (Supply Vessel, COMBI-LIFT, SWATH, etc.).....	15
3.1.3 Schlepper-Barge Kombination.....	17
3.1.4 Festinstallierte (permanente) Plattform .....	17
3.2 Begleitschiff / Kontrollstation.....	17
3.3 Sicherheitsschiff (Guard vessel).....	18
3.4 Bergungsschiff .....	18
3.5 Weitere maritime Einheiten .....	18
3.6 Übersicht ausgewählter Stakeholder .....	18
3.7 Anforderungen an Offshore Operationen .....	19
3.7.1 Transit- und Transportrestriktion.....	19
3.7.2 Personenüberstieg .....	20
3.7.3 Positionierung.....	21
3.7.4 Offshore Rettungskonzept .....	21

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 3 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

3.7.5 Behörden und Genehmigungen ..... 21

3.8 Qualitative Bewertungsmatrix verschiedener Schiffslösungen ..... 22

4 Kostenabschätzung ..... 24

5 Zusammenfassung ..... 28

6 Anhang ..... 29

6.1 Operational Limits ..... 29



All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 4 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!



## Abkürzungsverzeichnis

AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BIS	Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH
BSH	Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie
CTV	Crew Transfer Vessel
DP	Dynamisches Positionierungssystem
ERRV	Emergency Response and Rescue Vessel
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FuE	Forschung und Entwicklung
Hs	signifikante Wellenhöhe
HSE	Health, Safety & Environment
IMDG	International Maritime Code for Dangerous Goods
JUB	Jack-up Barge
JUV	Jack-up Vessel (Schiff)
LOx	Flüssiger Sauerstoff
MPSV	Multi-Purpose Supply Vessel
MWS	Marine Warranty Surveyor
NSG	Naturschutzgebiet
OPTS	Offshore Personnel Transfer System
OPEX	operational expenditure - Betriebskosten
OSV	Offshore Supply Vessel
RFA	Rocket Factory Augsburg
SeeAnlG	Seeanlagengesetz
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 5 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

## 1 Einleitung

Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) hat im Jahr 2019 die Bundesregierung aufgefordert, die staatlichen Raumfahrtinvestitionen massiv aufzustocken und die Voraussetzungen für den Bau eines privaten Weltraumhafens in Deutschland zu schaffen. Der BDI präsentierte diese und weitere Forderungen in der „Berliner Weltraumerklärung“ anlässlich des ersten BDI-Weltraumkongresses.

In der Pressemitteilung des BDI vom 18. September 2019 heißt es: *„Die Bundesregierung sollte die Voraussetzung für den Bau eines privaten Weltraumhafens in Deutschland schaffen und eine deutsche Trägerrakete für kleine Nutzlasten durch Ausschreibung und Auftragsvergabe fördern. „Wenn Deutschland keine Möglichkeit schafft, werden neue Systeme von anderen europäischen Staaten starten“, sagte der BDI-Präsident. In den kommenden Jahren würden immer mehr Megakonstellationen mit zum Teil 12.000 Satelliten im erdnahen Orbit entstehen, die zum Beispiel weltweiten Internetzugang ermöglichen sollen. Der Bedarf an kleinen Trägerraketen wird massiv steigen.“*

Zusammen mit dem BDI und der Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH (BIS) wurde Bremerhaven mit seiner bereits vorhandenen Infrastruktur und der Erfahrung ortsansässiger Firmen in der Offshore Industrie als potentieller Basishafen und Logistikzentrum identifiziert.

Die Bremerhavener Infrastruktur verfügt über große gezeitenunabhängige Hafensareale, deren Zugang über mehr als ausreichend dimensionierte Schleusen erfolgt, welche redundant vorhanden sind (Nordschleuse mit einer Länge von 375 m und einer Durchfahrtbreite von 45 m sowie der Kaiserschleuse mit einer Breite von 55m und einer Länge von 305 m). In diesen tideunabhängigen Arealen existieren gute Voraussetzungen, um Verladetätigkeiten gefahrlos durchführen zu können.

An Land sind ausreichend Flächen für die Vorbereitung der Missionen in Hallen und unter freiem Himmel vorhanden. Das Gebiet ist Zollgebiet und unterliegt dem International Ship and Port Facility Security Code (ISPS-Code).

Als größter Automobil- und viertgrößter Containerumschlagshafen in Europa verfügt Bremerhaven über alle logistischen Dienstleister, die ein führender Hafenstandort benötigt. Auch die maritimen Dienstleister und Serviceunternehmen bis zu mehreren Großschiffs- und Reparaturwerften sind am Standort präsent.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 6 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

## 1.1 Ziel

Der Industrieverband BDI beabsichtigt dem Bundeswirtschaftsministerium (BWMi) Anfang September ein Konzept für eine Raketenstart-Plattform in der Nordsee vorzulegen. Davon sollen Start-up-Unternehmen profitieren, die als Hersteller kleiner Raketen (Microlauncher) einen nennenswerten Zukunftsmarkt erwarten.

Die Seestadt Bremerhaven hat ein großes Interesse sich als zentraler Basishafen und Logistikzentrum für diese Vorhaben zu positionieren.

Die Tractebel DOC Offshore GmbH (DOC) wurde von der BIS beauftragt, mit einer technischen, maritimen Analyse die Machbarkeit eines Offshore Weltraumbahnhofes in der deutschen Nordsee zu prüfen und eine kalkulatorische Abschätzung der Kosten für die Starteinrichtung vorzunehmen.

Mit den folgenden Raketen- (Microlauncher-) Entwicklern wurden Gespräche geführt und Informationen ausgetauscht, um die speziellen Anforderungen an die Starteinheit in einem ersten Schritt grob zu eruieren:

- Hylmpulse Technologies GmbH
- Isar Aerospace Technologies GmbH
- Rocket Factory Augsburg AG

Ziel der Microlauncher-Unternehmen ist es, kontinuierlich und ganzjährig zu starten, um eine industrielle Fertigung der Raketen und maximale Skaleneffekte zu erreichen. Die konsequente Reduktion von Logistikkosten für die Verbringung von Satelliten ins All ist von zentraler Bedeutung.

Teure Einzelentwicklungen auch von Schiffslösungen sollen konsequent vermieden werden. Statt einer teuren Neuentwicklung von Schiffen/ Plattformen mit einem maßgeschneiderten Design sollte hier auf eine marktverfügbare und daher kostengünstige Lösung, die den Anforderungen entsprechend nachträglich modifiziert wird, gesetzt werden. Im Rahmen einer ersten Machbarkeitsstudie der Raketenhersteller wurde eine Jack-Up-Plattform als mögliche Option identifiziert. Diese ist fest verankerbar und kann sehr stabil für den Start positioniert werden. Alternativen mit ausreichender Stabilität auf See werden in dieser Studie unter Einbeziehung des Faktors Kosten untersucht. In diesem Zusammenhang wurden Gespräche mit Reedern, Schiffbauern und Charterunternehmen geführt. Die Kostenanalyse vergleichbarer technischer Lösungen trägt zum Verständnis bei, ob gesetzte Zielmarken im Bereich der Logistikkosten realistisch gewählt sind und beinhaltet einen Vorschlag für ein mögliches Betreibermodell, welches mit anfänglicher Förderung des Bundes die internationale Wettbewerbsfähigkeit sicherstellen soll.

Eine detaillierte Kosten- und Machbarkeitsbetrachtung der notwendigen Infrastruktur für die Endmontage der Microlauncher im Hafen ist nicht Gegenstand dieses Berichtes.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 7 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

## 2 Annahmen

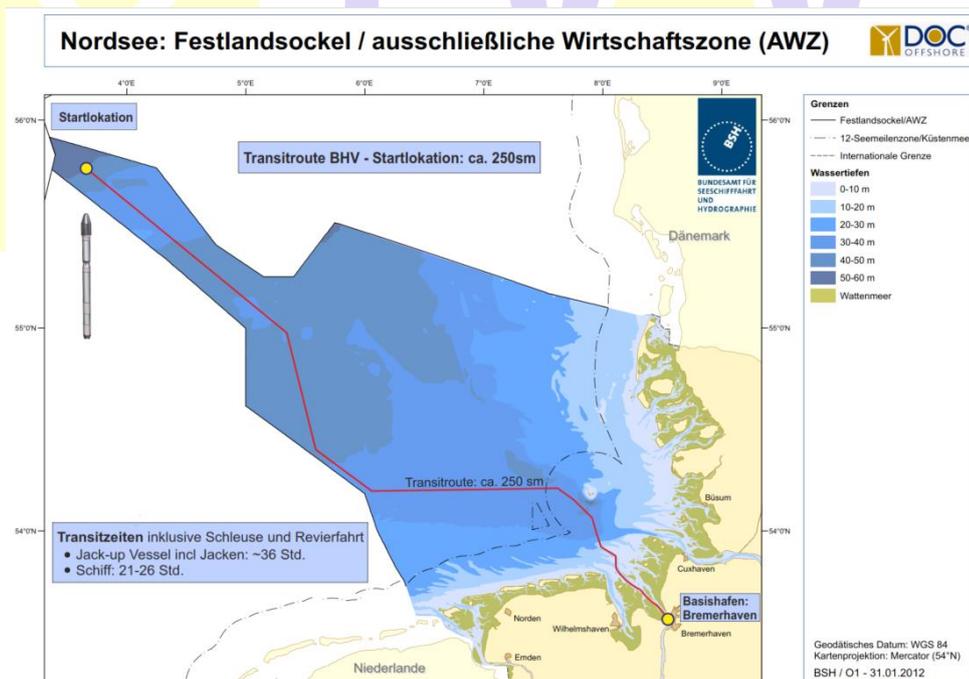
In der Kommunikation und in den von den Raketenherstellern bereitgestellten Unterlagen waren deutliche Unterschiede im Betrachtungsgrad der Alternative eines Weltraumbahnhofs Offshore, sowie im Umfang der gegebenen Informationen zu erkennen.

Die für die Untersuchung getroffenen Annahmen sind daher nicht für alle Hersteller deckungsgleich, da nicht von allen Herstellern die gleichen Details der Informationen bereitgestellt werden konnten. Somit sind die getroffenen Annahmen weder auf alle noch auf einen einzelnen Raketentyp ohne Weiteres abbildbar und müssen im Einzelfall adaptiert werden.

### 2.1 Generelle Annahmen

Für die Kostenanalyse wird Bremerhaven als Logistikzentrum und Basishafen für die Verschiffung herangezogen.

In einer vorab durchgeführten Analyse der Raketenhersteller wurde der äußerste Westen der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) als optimaler Ort (Polar und SSO) für Raketenstarts identifiziert. Die exakte Position gilt es noch basierend auf einer nachfolgenden Analyse zu bestimmen.



**Abbildung 1: Entfernung und Route Basishafen / Startlokation**

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 8 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Daraus ergibt sich eine Entfernung Basishafen (Bremerhaven) zur Offshore Startposition von ca. 250 Seemeilen (entspricht ca. 460 Kilometer).

Ein Einsatzzyklus (pro Raketenstart) des maritimen Setups wird von Hafen zu Hafen gerechnet. Als Zielgröße für die Wirtschaftlichkeit eines Raketenstarts Offshore, wurde von Herstellern der Anteil der maritimen Kosten je Start von EUR 0,5 Mio. genannt.

## 2.2 Geplante Raketenabschußposition

Im Bereich des angestrebten Startplatzes variieren die Wassertiefen im Bereich von 30-40m (Dogger Bank) bis zu 50-60m.

Zudem ist das Gebiet mit flacherem Gewässer (30-40m) der Dogger Bank als Naturschutzgebiet (Meeresschutzgebiet) und Flora-Fauna-Habitat (FFH) deklariert. Dies hätte bereits wesentlichen Einfluss auf Lösungen mit einer permanenten Plattform bzw. Jack-Up Schiffen, siehe Kap. 3.1.1.

Die größeren Wassertiefen würden größere Jack-Up Schiffe mit einer reduzierten Verfügbarkeit am Markt erfordern und dies verbunden mit deutlich erhöhten Charraten.

Im Raumordnungsplan für die deutsche AWZ ist eine derartige Nutzung bisher nicht vorgesehen (Genehmigung siehe Kap. 3.7.5).

In Nahbereich der Startposition liegen nördlich, in der dänischen und norwegischen sowie westlich, in der britischen AWZ Öl- und Gasförderanlagen. Inwieweit hier eine Abstimmung mit den Nachbarländern erfolgen muss wurde nicht untersucht.

## 2.3 Ablauf

Die Rakete wird in horizontaler Position, d.h. liegend, im Hafen auf die mobile Abschussplattform geladen. Die Einheit fährt anschließend mit der liegenden Rakete an den Startpunkt in der Nordsee. Dort angekommen wird die Rakete in Startposition gebracht, d.h. aufgerichtet, und betankt. Der eigentliche Start erfolgt unmittelbar im Anschluss. Die Auslösung des Starts und die Steuerung der Rakete erfolgt von einem Hilfsschiff in Sichtweite (3km). Aus Sicherheitsgründen sollten alle Personen die Plattform für den Start verlassen können, daher muss eine Möglichkeit des Personentransfers vor und nach dem Start gegeben sein.

Als Prämisse werden aus maritimer Sicht 250 Einsatztage der mobilen Abschussplattform und die daraus ableitbare Anzahl von Einsatzzyklen angenommen. Da es sich bei der mobilen Abschussplattform um eine Schiffseinheit mit entsprechenden Modifikationen handelt, wird diese durchgehend über mehrere Jahre unter Vertrag genommen. Dies ermöglicht eine möglichst flexible Planung der Starts in Abhängigkeit der Verfügbarkeit der Raketen und der jahreszeitlichen Wetterbedingungen auf See sowie niedrigere Kosten als bei einer kurzfristigeren Charter des Schiffes.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 9 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Die Dauer eines Einsatzzyklus (inkl. Verladung im Hafen, Transit, Vorbereitungszeit an der Abschussposition, Rücktransit) wird in der Startphase mit durchschnittlich 15 Tagen angenommen. Dies entspricht einer Testphase, in der je Hersteller bis zu 4 Starts durchgeführt werden können. In den Folgejahren wird ein optimierter Ablauf sowohl bei den Raketenerstellern als auch bei der maritimen Logistik angenommen und die Dauer eines Einsatzzyklus auf 12,5 Tage und später auf 10 Tage reduziert. Damit können 20 bzw. 25 Starts pro Jahr gewährleistet werden.

Die folgende Bewertung und Kostenabschätzung wurden unter der Annahme durchgeführt, dass die Rakete für den Start weder auf spezifische Wetterbedingungen noch auf besondere Anforderungen bezüglich der Stabilität angewiesen ist. In einem Gespräch mit der RFA wurde diese Annahme bestätigt. Dieses Vorgehen wird daher auch für alle weiteren Raketenerwickler angesetzt, da anzunehmen ist, dass sich gerade für den von äußeren Einflüssen dominierten Bereich Offshore Nordsee, der robusteste Raketentyp durchsetzen wird.

In der folgenden Analyse sind die wesentlichen Beschränkungen durch Wind- und Welleneinflüsse der betrachteten Einheiten für die unterschiedlichen Tätigkeiten berücksichtigt worden. Dabei sind realistische Annahmen zugrunde gelegt, die sowohl den sicheren Transport der Rakete als auch sichere Arbeitsbedingungen für Personal und Schiff gewährleisten.

#### 2.4 Microlauncher- Einheit

Gemäß bereitgestellten Unterlagen seitens des BDI hat die Microlauncher-Einheit folgende Eigenschaften, die den aktuellen Designunterschieden der Hersteller Rechnung trägt:

- Länge: 20-30 m
- Durchmesser: ca. 2,2 m
- Masse der unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Raketen variiert zwischen ca. 36 t bis 52t (betankt) und zwischen ca. 6.2 t bis 13 t (unbetankt)
- Startschub > 600 kN
- thermische Lasten aus dem Auspuff; geschätzte Schallbelastung: ca. 170 dB

#### 2.5 Layout für Schiffsdeck (mobile Abschussplattform)

Die projektmäßigen Besonderheiten an die mobile Abschussplattform bestehen im Kern aus den folgenden Komponenten:

- Transport- und Aufrichte- Einheit für die Rakete
- Startrampe (Launch Pad)
- Geschützter Bereich für den sicheren Transport der Rakete
- Kommunikationseinrichtungen, Strom- und Druckluftversorgung
- Unterkünfte und Werkstätten
- Treibstoffe

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 10 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Die Transporteinrichtung und auch das Launch Pad sind raketenspezifisch und vom Hersteller beizustellen. Das Interface zum Schiff muss zur Aufnahme unterschiedlicher Einrichtungen je Hersteller flexibel gestaltet werden. Das Launch Pad mit einer Gesamtgröße von 9 x 9m wird inklusive aller sicherheitstechnischen Einrichtungen (z.B. Feuer- und Hitzeschutz, Flammenumleitungsstrukturen, Wasserflutungssystem, Betankungsvorrichtung etc.) bereitgestellt.

Alternativ zu einer integrierten Aufrichte-Einheit kann die Rakete auch mit einem Kran und einer Gleitplattform unter dem hinteren Ende der Rakete angehoben werden. Dies muss im Einzelfall bewertet werden, da wesentlich das strukturelle Design der Rakete davon abhängt.

Die Rakete wird horizontal transportiert und erst zum Abschuss aufgerichtet. Der Transportcontainer der Rakete soll in unmittelbarer Nähe zur Startrampe liegen und den Schutz der Rakete vor äußeren Einflüssen (Witterung) sicherstellen sowie das Monitoring während des Transports erlauben.

Es wird davon ausgegangen, dass die Kommunikation der mobilen Abschussplattform mit den land- und seeseitigen Missions- und Kontrollzentren via Satellitenkommunikation erfolgt, ergänzt um Richtfunk zum Hilfsschiff. Entsprechende Ausrüstung mit Redundanzen gilt es an Bord zu implementieren und beizustellen.

Des Weiteren werden sowohl Strom- als auch Druckluftversorgung von Seiten der mobilen Abschussplattform zu Verfügung gestellt. Nähere Spezifikationen zu Strom (Netzfrequenz, Spannung, Stromstärke, Schirmung, etc.) sowie Druckluft (Druck, Volumen, etc.) gilt es zu spezifizieren.

Unterkünfte können auf Einheiten bereits in ausreichender Anzahl verfügbar sein oder aber mittels mobiler Lösung in Form von Unterkunftscontainer an Deck nachgerüstet werden. Es wurde die Annahme einer 20-köpfigen Projektcrew getroffen, welche den Transport und die Startvorbereitungen der Rakete vor Ort begleitet.

Des Weiteren wird Platz für den Treibstoff in ca. 20 x 20 ft Container und 4 x 20 ft Container für Hilfssysteme benötigt.

Die Treibstoffcontainer beinhalten Ethanol, Kerosin oder Methan als Treibstoff sowie flüssigen Sauerstoff LOx als Oxidator und Helium oder Nitromethan.

Aufteilung auf 20 Container:

- Treibstoff = 3-4x Container
- Oxidator = 14-15x Container
- Andere = 1-2x Container

Diese Angaben der Raketenherstellern sind hinsichtlich der Anzahl an Treibstoffcontainer von 20 bis 40 Stück deutlich voneinander abgewichen und gilt es, in einem weiteren Schritt zu verifizieren.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass Oxidationsmittel und Treibstoff sowohl an Land als auch gemäß den maritimen Normen (International Maritime Dangerous Goods Code, kurz IMDG) immer als

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 11 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

gefährliche Güter eingestuft sind. LOx muss sogar als äußerst gefährlich eingestuft werden. Es sind hier umfangreiche Regeln bezüglich Handhabung und Lagerung zu berücksichtigen.

Eine Stapelung von Container muss separat geprüft werden und sollte aufgrund von Sicherheitsabständen und Risikobetrachtungen vermieden werden.

Des Weiteren ist auch die Betankung der Rakete am Startplatz Offshore gesondert zu betrachten. Die Verbrennungsmotoren der Schiffe könnten entweichende entzündliche Gase ansaugen und somit eine Gefahr für die Crew und das Schiff bedeuten.

Da eine nicht unerhebliche Menge an Gefahrgut geladen und auch das Treibstoffversorgungssystem in Betrieb genommen werden muss, ist auch die Schnittstelle Hafen und Schiff / Plattform besonders zu betrachten. Nicht jeder Hafen bzw. Hafenbereich ist für den Umschlag und Arbeiten dieser speziellen Fracht geeignet und umgekehrt nicht jeder geeignete Hafenstandort, lässt sich mit jedem Schiff / Plattform erreichen.

## 2.6 Weitere Anforderungen

### 2.6.1 Begleitschiff / Kontrollstation

Die Steuerung des Countdown und des Flugbetriebes soll von einem Begleitschiff in der Nähe der mobilen Abschussplattform erfolgen. Eine redundante Kommunikation zwischen Start-Crew und Personal auf der Startplattform muss sichergestellt werden.

Vor dem Start der Rakete sind sowohl das Personal des Raketenherstellers als auch die gesamte Schiffscrew aus Sicherheitsgründen von der mobilen Abschussplattform zu evakuieren. Hierzu ist ein Offshore Überstiegssystem für den Personentransfer vorzusehen (siehe Kap. 3.7.2).

Die Kapazität des Begleitschiffes muss dementsprechend zumindest kurzzeitig für Schiffs-(Plattform) Crew (14-20 Personen) und Personal des Raketenherstellers (ca. 20 Personen) ausgelegt sein. Auf eine entsprechende Auslegung mit ausreichend Rettungsmitteln ist zu achten.

Bei dem Start der Rakete ist mit einem Mindestabstand von 3 km (Schutz) zwischen mobiler Abschussplattform und Begleitschiff zu planen.

Als Platzbedarf für Equipment (z.B. Kurzstrecken-Telemetrie-System) werden 3x20 ft Container berücksichtigt.

### 2.6.2 Bergungsschiff

Nach dem Start werden die Stufe 1 und auch Teile der Verkleidung abgeworfen und grundsätzlich ist davon auszugehen, dass eine Bergung der Teile erforderlich ist. Es wird angenommen, dass nur schwimmende Bauteile zu bergen sind und dass das Schiff mit geeignetem Ortungssystem ausgerüstet ist. Die Bergung wird höchstwahrscheinlich in der norwegischen AWZ erfolgen.

Bisherige Annahmen zu den nach dem Start zu bergenden Bauteilen:

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 12 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

**Verkleidung (fairing):**

- Abmessung: Länge 5m x Breite 2.5m
- Gewicht: 500 kg (2 Hälften à 250 kg)

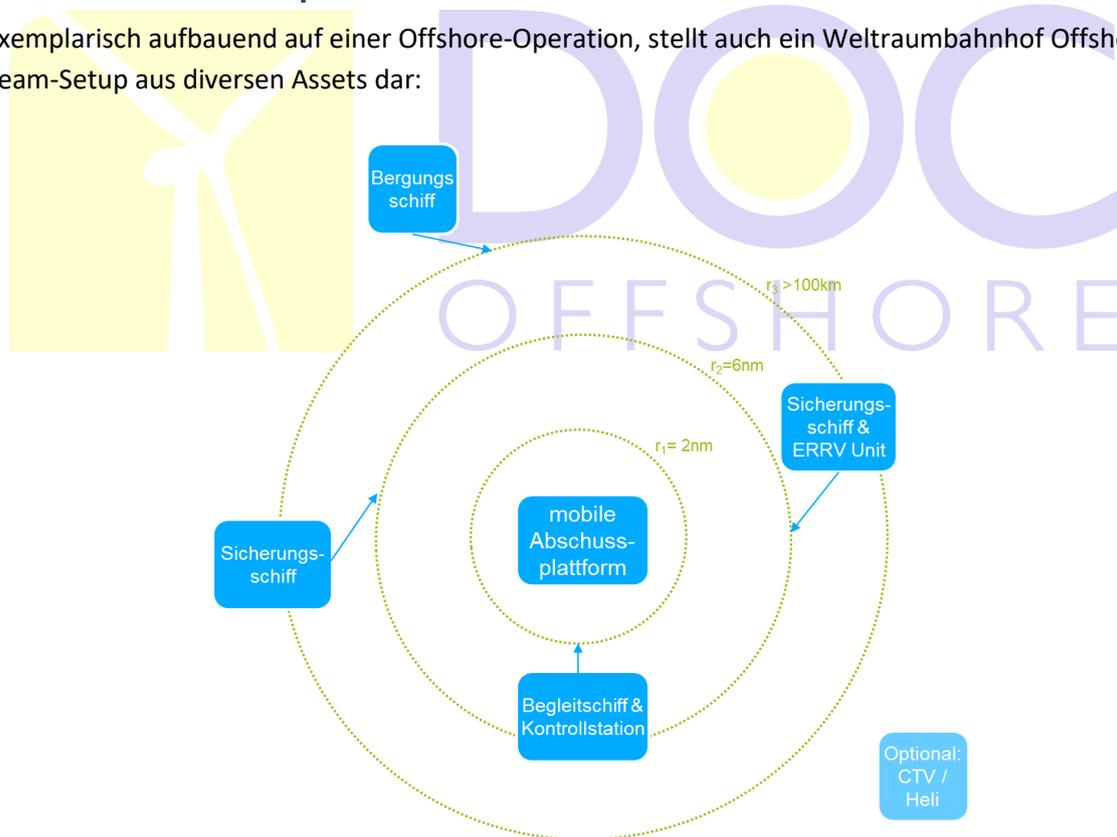
**Stufe 1 (stage1):**

- Abmessung: Länge 18m x Breite 2.5m
- Gewicht: 5000 kg = 5 t

Aufgrund der Entfernung zum Abschussort sollte ein separates Bergungsschiff ausgerüstet mit einem Kran und den Anforderungen des Seegebietes entsprechend als Teil des maritimen Setups vorgesehen werden. Die Vorgaben für eine Bergung sind nicht ausreichend, um die Kosten für ein Schiff zum jetzigen Entwicklungsstand des Konzeptes abschätzen zu können.

**3 Offshore Set-up**

Exemplarisch aufbauend auf einer Offshore-Operation, stellt auch ein Weltraumbahnhof Offshore ein Team-Setup aus diversen Assets dar:



**Abbildung 2: Offshore Set-up (exemplarisch)**

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 13 of 29	

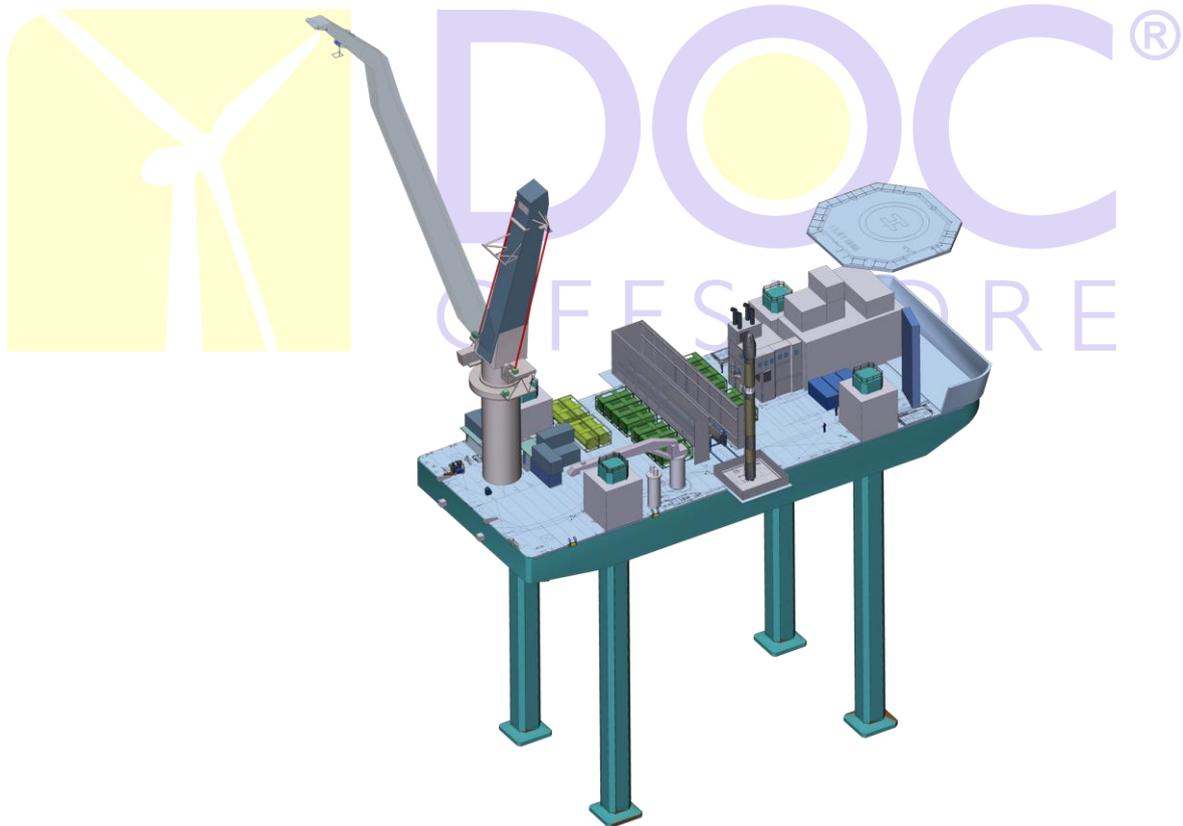
E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Im Folgenden werden die optionalen Schiffslösungen zur Erfüllung der technischen Anforderungen je Tätigkeitsfeld bzw. Aufgabe dargestellt.

### 3.1 Transport- und Abschusseinheit (mobile Abschussplattform)

#### 3.1.1 Jack-Up-Schiff / -Barge

Jack-Up-Einheiten sind Schiffe oder Barges (Pontons), welche sich durch Pfähle (Hohlrohre oder Gittermastkonstruktionen) eigenständig auf dem Meeresboden abstützen und sich dadurch aus dem Wasser in eine definierte Höhe, bedingt durch Bauart, Wassertiefe und Wettersituation, heben. Unterschieden wird in Jack-Up Barges (kurz: JUB), welche auf einer Pontonkonstruktion basieren und mittels Schlepper an Ort und Stelle verbracht und dort bis zum sogenannten Aufjacken (Vorgang des Hebens aus dem Wasser) halten müssen. Hingegen sind Jack-Up Schiffe (kurz: JUV) konstruktiv und per Definition primär Schiffe mit eigenem Antrieb, die auf zusätzliche Unterstützung mittels Schlepper verzichten können.



**Abbildung 3:** Jack-Up Schiff mit Startvorrichtung

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 14 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Die Auswahl der Startposition hinsichtlich der Wassertiefe hat einen signifikanten Einfluss auf die Verfügbarkeit und dementsprechend Kosten für ein Jack-Up Schiff. Eine Startposition bei 40m Wassertiefe ist ein Standard den auch kleinere und älter Jack-Up Schiffe erfüllen können. Wird jedoch eine Startposition bei größeren Wassertiefen bis zu 60m gewählt, dann kommen wiederum nur noch teure Speziallösungen oder aufwendige Modifizierungen auf Basis größerer und deutlich teurer Jack-Up Schiffe in Frage.

### 3.1.2 Schwimmende Einheiten (Supply Vessel, COMBI-LIFT, SWATH, etc.)

**Offshore Supply Vessel (OSV):** Die gewöhnlich in der Offshore Industrie eingesetzten Offshore Supply Vessel, stehen dem Markt in unterschiedlichen Größen zur Verfügung. Sie verfügen über Aufbauten am Bug und ein dadurch gut geschütztes, großes flaches Deck. Dieses liegt relativ tief und ist durch Gänge umfast. Die Schiffe verfügen standardmäßig über Dynamische Positionierungssysteme.

**Multi-Purpose Supply Vessels (MPSV):** Diese werden gewöhnlich in der Offshore Industrie eingesetzt und stehen dem Markt ebenfalls in unterschiedlichen Größen zur Verfügung. Sie sind vergleichbar mit OSVs, jedoch in der Regel größer. Sie verfügen meist über einen zusätzlichen Offshore Kran (>50to), größere Unterkunftseinheiten und ein Helikopterlandedeck. MPSV's verfügen standardmäßig über Dynamische Positionierungssysteme.

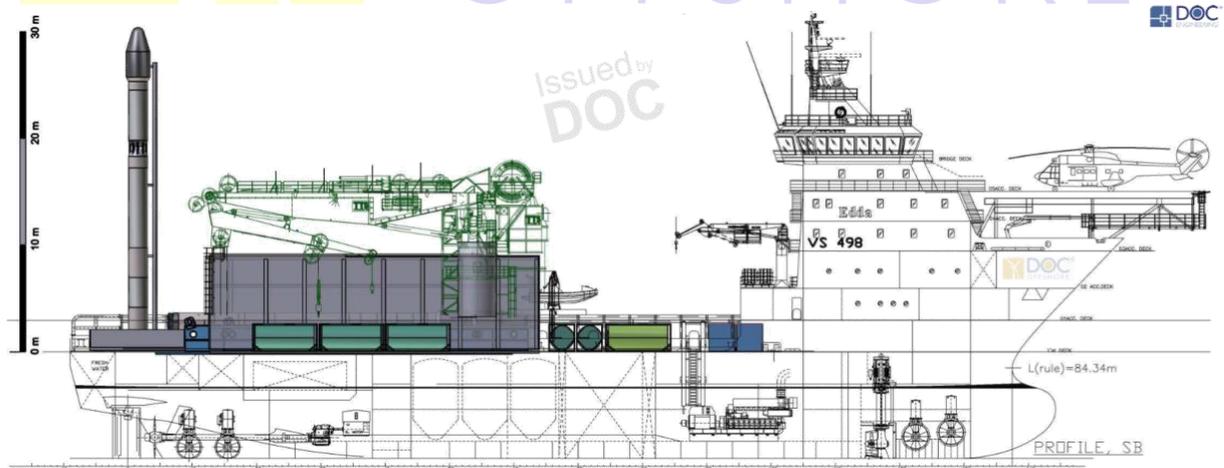


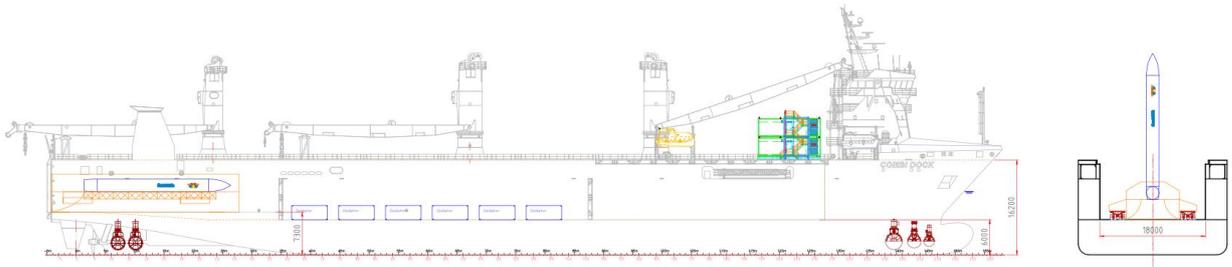
Abbildung 4: MPSV mit Startvorrichtung

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 15 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

**Combi-Lift / Dock Schiffe:** Eine Untergruppe der General Cargo / Heavy Lift Vessel stellen die Dockschiffe dar. Diese können durch eine Luke am Heck die Ladung an Bord rollen. Teils sind zusätzlich eigene Kräne verfügbar, jedoch auch nicht notwendig. Nicht alle Dockschiffe verfügen über DP-Systeme. Diverse Modifikationen wären notwendig um diesen Schiffstyp „fit for purpose“ zu machen.



**Abbildung 5:** Combi-Dock Schiff mit Startvorrichtung

**Purpose Built Vessels:** Ein Spezialschiff kann optimal auf die Mission ausgelegt werden, z.B. basierend auf einem SWATH-Design (Katamaran ähnlich, mit sehr guten Seegangs Eigenschaften).

Bedingt durch die Einzelaufgabe und demnach fehlenden Kostendegressionseffekte im Bau sowie den spezifischen Engineering Aufwand, sind Purpose Built Vessels tendenziell teurer als Umbauten.



**Abbildung 6:** SWATH Design (purpose built) mit Startvorrichtung

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 16 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

**Spezielle Herausforderungen für geeignete Schiffsauswahl, die es weiter zu untersuchen gilt:**

- Hoher Bedarf an Gefahrgut Cargo und dessen Handhabung, resultierend in hohe Sicherheitsanforderungen
- Anforderungen an Dynamisches Positionierungssystem
- Aufzurüsten auf Remote Control (Verlassen des Schiffes für den Startvorgang der Rakete)

**3.1.3 Schlepper-Barge Kombination**

Dies ist eine relativ gut verfügbare Kombination und im Sinne der Betriebskosten eine kostenschonende Möglichkeit. Die Schlepper würden nur für die eigentliche Offshore Operation notwendig sein, was die OPEX-Kosten reduziert. Da die Barges standardmäßig nicht über DP-Systeme verfügen, müssten diese nachgerüstet (vgl. m. SpaceX Barge) oder im Wasser verankert werden. Während der Verschleppung gelten jedoch hohe Wetterrestriktionen (Hs 1,0-1,5m sign. Wellenhöhe), die einer Mindestverfügbarkeit im Hinblick auf die verfügbaren Wetterfenster und somit der Anforderung einer flexiblen ganzjährigen Nutzung in der Nordsee nicht entspricht.

**3.1.4 Festinstallierte (permanente) Plattform**

Basierend auf Erfahrungen im Offshore Windbereich und eine Jacket-Struktur annehmend, sind zusätzlich zu hohen Wartungs- und Instandhaltungskosten noch ergänzende Kosten für Transport- und Versorgung für das Personal sowie Entsorgungskosten hinzuzurechnen. Eine festinstallierte Plattform würde auch einen erhöhten Aufwand und zusätzlich Kosten für den Genehmigungsprozess mit sich bringen sowie eine spezialisierte Lösung für den Transport und den sensiblen offshore Transfer der Rakete vom Transportschiff auf die Plattform mit sich bringen.

**3.2 Begleitschiff / Kontrollstation**

Auf dieser Einheit sind die Kontrollzentrale sowie das Personal nach Verlassen der mobilen Abschussplattformuntergebracht. Die maritimen Anforderungen gemäß Kap. 2.6 sind nicht außergewöhnlich, daher lassen sich derzeit geeignete Schiffe kostengünstig auf dem Markt finden. Mögliche Lösungen können kleinere Versionen der unter Kap. 0 beschriebenen Schiffe (OSV, MPSV) sein. Aufgrund der hohen Anforderungen an Telemetrie und Datensicherheit ist eine Nachrüstung bzw. eine transportable Containerlösung mit dem notwendigen Equipment erforderlich. Diese Schiffe können mit kleineren Personen-/ Transporteinheiten („Daughter Crafts“) ausgerüstet sein, die schnell und flexibel eingesetzt werden können.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 17 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

### 3.3 Sicherheitsschiff (Guard vessel)

Das Guard Vessel ist verantwortlich für die Absicherung der mobilen Abschussplattform und als Verkehrssicherungs-, Notfall- und Rettungsfahrzeug (ERRV Einheit) im Einsatz.

### 3.4 Bergungsschiff

Siehe Kapitel 2.6.2

### 3.5 Weitere maritime Einheiten

In Abhängigkeit von der gewählten Abschusseinheit und dem verbundenen Überstiegskonzept können weitere Transportmittel, wie z.B. ein Crew Transfer Vessel (CTV) oder auch der Einsatz eines Helikopters notwendig sein.

### 3.6 Übersicht ausgewählter Stakeholder



Abbildung 7: Ausgewählte Stakeholder

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 18 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

### 3.7 Anforderungen an Offshore Operationen

#### 3.7.1 Transit- und Transportrestriktion

Für den Transport vom Basishafen zur Abschussposition sind im Wesentlichen zwei Punkte zu beachten:

- 1) Beschleunigungskräfte die auf die Ladungen wirken
- 2) Limitierende Wetterbedingungen für den Transit und Positionierung der Abschussplattform

Bei Punkt 1) beeinflussen natürlich auch Wetterbedingungen die auftretenden Beschleunigungen, hier kann aber mit einem geeigneten Seafastening Design entgegengewirkt werden. Zulässige Kräfte gilt es zu spezifizieren und im Rahmen des Vessel Engineering geeignete Sicherungen zur Aufnahme der Kräfte zu designen und Einsatzgrenzen zu ermitteln.

Einen sehr wesentlichen Einfluss hat jedoch der Punkt 2). Die maritimen Operationen haben je nach eingesetztem Schiffstyp voneinander abweichende Einsatzgrenzen in Verbindung mit einer festgelegten auf Erfahrungen beruhende Dauer. Die geplante Operation (Einsatzzyklus) kann nur sicher durchgeführt werden, wenn die Einsatzgrenzen über einen Mindestzeitraum, bestehend aus geplanter Einsatzdauer und einem zeitlichen Sicherheitsaufschlag, unterschritten werden. Die Planung erfolgt i.d.R. auf Basis von regelmäßigen Wetterberichten. Bei aufeinander aufbauenden Operationen, z.B. Transport, Positionierung und Jacking, werden die Einsatzdauern zu einem Gesamtwetterfenster aufsummiert. Je nach Jahreszeit, vorherrschenden Wetterbedingungen und den definierten Einsatzgrenzen der Schiffe kann das Erreichen der sicheren Einsatzfenster zu erheblichen Verzögerungen führen. Um die Wetterfenster in eine verlässliche Planung zu überführen, sind Wetterdaten für das Zielgebiet unter Berücksichtigung von Eintrittswahrscheinlichkeiten (z.B. P50, P75, P95) zu analysieren und Ablaufpläne zu erstellen. Diese Vorgehensweise ermöglicht auf Basis einer Vollkostenanalyse aussagekräftige Einsatz- und Transportszenarien miteinander zu vergleichen und für den Projektablauf die kostengünstigste Variante zu ermitteln.

Folgende Einsatzgrenzen im Rahmen von maritimen Operationen liegen vor (Erfahrungswerte sind im Anhang 6.1 aufgeführt):

Sichtgrenzen: Nebel und Tageslichtauflagen

Windgeschwindigkeiten bezogen auf Referenzhöhen (z.B. 10, 50, 100m) Mittlere Windgeschwindigkeit  $W_s$  (m/s), Windböen  $W_g$  (m/s). Die Windrichtung spielt bei der Ausrichtung der Starteinheit im Feld eine Rolle → Aufbau in Relation zur Starteinheit sollte nach Möglichkeit gegen den Wind ausgerichtet werden.

Wellenhöhen: Mittlere signifikante Wellenhöhe  $H_s$  (m), Maximale Wellenhöhe  $H_m$ (m) und Schwell  $H$ (m)

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 19 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Anmerkung: Insbesondere der Schwell kann Operationen erheblich einschränken, weil dieser einen starken Einfluss auf die Schiffsstabilität von schwimmenden Einheiten hat mit Grenzen  $H \leq 1,0 - 1,5\text{m}$  in Abhängigkeit von der Schiffsgröße. Ergänzend kommen noch die Strömungsgeschwindigkeit, die Strömungsrichtung und die Wellenrichtungen hinzu. Diese können jedoch bei den ersten Betrachtungen außer Acht gelassen werden.

Ein Jack-Up Schiff hat geringere Limits als ein normales Seeschiff und ist daher in den Einsatzzeiten deutlich eingeschränkter, was sich im Besonderen vom Spätherbst bis Anfang Frühjahr bemerkbar macht und die benötigten Wetterfenster seltener vorhanden sind (siehe Anhang 6.1). Dies hat daher einen deutlichen Einfluss auf die Einsatzzeiten, Anzahl der möglichen Raketenstarts und somit auf die Kosten je Einsatz.

### 3.7.2 Personenüberstieg

Da aus Sicherheitsgründen alle Personen die Plattform für den Start verlassen müssen, muss ein Personentransfersystem vorgesehen werden. In diesem Fall gibt es hierzu zwei Varianten

- a) Überstieg von einer festen zu einer schwimmenden Einheit oder
- b) Überstieg zwischen zwei schwimmenden Einheiten

In der Offshore Industrie werden unterschiedliche Konzepte bzw. Überstiegssysteme für den Personentransfer angewendet:

- Schiff mit Offshore Personnel Transfer System (OPTS)
- CTV
- Helikopter

Die Einsatzgrenzen sind hier wiederum auch unterschiedlich und hängen von den einzelnen Systemen ab (exemplarisch):

- fest – schwimmend mit OPTS: Wellenhöhe  $H_s \leq 3,0\text{m}$  und Windgeschwindigkeit  $W_s \leq 20\text{m/s}$
- schwimmend – schwimmend mit CTV: Wellenhöhe  $H_s \leq 1,6\text{m}$  und Windgeschwindigkeit  $W_s \leq 12\text{m/s}$

Als OPTS haben sich in den letzten Jahren sogenannte walk-to-work Lösungen (z.B. Ampelmann Zugang) bewährt und im Markt mit mehreren Herstellern als verlässliche Lösung für regelmäßige Offshore Überstiege etabliert. Jedoch sind Personenüberstiege durch Wetter und Seegang aus Sicherheitsgründen immer kritisch zu betrachten. Grundsätzlich handelt es sich bei dem Personenüberstieg auf See um eine Gefahrenquelle. Daher gilt es die technische Lösung robust und so weit möglich wetterunabhängig auszuwählen und die Anzahl der Überstiege weitestgehend zu minimieren.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 20 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

### 3.7.3 Positionierung

Um die mobile Abschussplattform kontrolliert an der gewünschten Abschussposition zu halten, ist ein sogenanntes Dynamisches Positionierungssystem (DP System) notwendig. Diese Systeme gibt es unterschiedlichen Ausführungen, die es den Anforderungen entsprechend und auf den Schiffstyp zugeschnitten zu spezifizieren gilt.

Auch wenn die maritime Industrie aktuell die Forschung von autonomen bzw. teil-autonomen Schiffen stark fördert, ist es derzeit weder technisch noch regulativ standardisiert, ein Schiff ohne weiteres fernzusteuern. Da für den Abschuss der Microlauncher derzeit von einer unbemannten (mobilen) Plattform ausgegangen wird, bedarf es hierzu dem Austausch mit Fachfirmen sowie den regulativen Behörden.

### 3.7.4 Offshore Rettungskonzept

Bei kommerziell betriebenen Offshore-Projekten ist vom Betreiber ein Offshore Rettungskonzept zu erarbeiten. Dies setzt sich zum einen aus den notwendigen Unfallverhütungsmaßnahmen (Prozessual und Ausbildungs-/Trainingsmäßig) und zum anderen aus den Rettungsmaßnahmen zusammen. Letztgenannte beinhalten eine Telemedizinische Beratung (Video- und Audiotelefonie) und medizinische Evakuierung (MediVac) mittels Helikopter. Dieser Aufwand ist kommerziell nicht berücksichtigt.

Ergänzend dazu kann ein Notfallsanitäter an Bord genommen werden. Dieser ist sowohl bei der Patientenerstversorgung/-stabilisierung eine wertvolle Ergänzung, als auch als Erstanlaufstelle bei medizinischen Angelegenheiten, welche eine medizinische Betreuung verlangen, die ohne Notfallsanitäter sonst nur landseitig vorgenommen werden könnte.

### 3.7.5 Behörden und Genehmigungen

Die Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) ist ein Meeresgebiet in dem internationales Seerecht gilt und sie gehört nicht zu dem Hoheitsgebiet eines Staates. Sie wird nach Art. 55 des Seerechtsübereinkommens (SRÜ/UNCLOS) der Vereinten Nationen als das Meeresgebiet jenseits des Küstenmeeres (bis max. 200sm vor der Küste) bezeichnet.

Innerhalb der deutschen AWZ übernimmt das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), eine Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Hoheitsaufgaben für die Bundesrepublik Deutschland. Das BSH ist die öffentliche Institution/Genehmigungsbehörde für meeresbezogene Aufgaben unter der Prämisse, die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu gewährleisten sowie Gefahren für die Meeresumwelt abzuwehren. Unter anderem ist das BSH zuständig für die Raumplanung und für die Prüfung und Genehmigung von Anlagen zur Stromgewinnung (Offshore-Windenergie-Anlagen), Kabel oder andere Anlagen im Zuständigkeitsbereich des Bundes.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 21 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Die für das Vorhaben maßgebliche und anzuwendende deutschen Rechtsvorschriften ist das Seeanlagengesetz (SeeAnlG). Aus unserer Sicht sind keine bergrechtlichen Belange betroffen, so dass ein Verfahren nach Bundesberggesetz voraussichtlich nicht anzuwenden wäre. Jedoch ist zu klären, ob die Abschussbasis eine Anlage gem. § 1 Abs. (2) Nummer 3 SeeAnlG darstellt. Dort ist ausgeführt, dass für alle „[...] festen oder nicht nur zu einem kurzfristigen Zweck schwimmend befestigten baulichen oder technischen Einrichtungen, die für die Errichtung und den Betrieb erforderlichen Nebeneinrichtungen, die [...] 3. anderen wirtschaftlichen Zwecken [...] dienen“ gem. § 2 SeeAnlG ein Planfeststellungsverfahren inkl. Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen ist. Das SeeAnlG führt jedoch in § 1 Abs. (2) unten weiter aus, dass Schiffe sowie schwimmfähige Plattformen und zu Plattformen umgestaltete Schiffe, keine Anlagen sind, die einer Planfeststellung bedürfen. Für eine endgültige Festlegung, ob und welches Genehmigungsverfahrens erforderlich ist, ist eine Anfrage und eine Entscheidung des BSH über Art, Umfang und Zeitrahmen unumgänglich.

Aufgrund der o.g. Aufgabe des BSH, eine Gefährdung der Meeresumwelt abzuwehren und unter der Maßgabe, dass die Raketen vor Ort betankt werden sollen sowie der räumlichen Nähe zum FFH-Gebiet Doggerbank, besteht die Möglichkeit, dass zumindest umweltfachliche Untersuchungen am geplanten Standort und eine umweltfachliche Stellungnahme vom BSH gefordert werden könnten. Eine umweltfachliche Stellungnahme inkl. aller Teilunterlagen (Landschaftspflegerischer Begleitplan, Natura2000-Prüfung, Biotop und Biotopschutz, Artenschutzprüfung, Fachbeitrag Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie) kann mit Kosten in Höhe von EUR 1,3 Mio. und einer Dauer von mehr als einem Jahr abgeschätzt werden. Der genaue Umfang eventueller umweltfachlicher Untersuchungen/ umweltfachlicher Stellungnahme oder einer im Zusammenhang mit einer Planfeststellung durchzuführenden Umweltverträglichkeitsuntersuchung, ist mit dem BSH abzustimmen.

### 3.8 Qualitative Bewertungsmatrix verschiedener Schiffslösungen

Wesentliche technische und maritime Einflussfaktoren sind in folgender Tabelle qualitativ je potenziellem Schiffs-/ bzw. Plattfortmtyt bewertet anhand derer eine Vorauswahl für die detaillierte quantitative Kostenbetrachtung getroffen wird.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 22 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Zusammenfassung				
	Jack-up Schiff	Barge (schwimmend mit Verankerung)	Permanente Plattform	Schiffstypen (e.g Supply vessel, Combi-Lift, Swath)
Wetterrestriktionen Transport	O	--	++ (einmalig)	++
Positionierung	O	--	O / +	++
Personentransfer	+	O	+	O
Schutz gegen Witterungseinflüsse	++	-	++	O / +
Deckslayout - Raketenabmaße - Launch Pad Größe - weitere Anforderungen an Platzbedarf	+	+	++	O / +
Transport Gefahrgut & Handhabung	+	O	--	O / ++
Plattform Stabilität	++	-	++	+ / ++
Charterkosten	-	++	--	O / +
<b>Gesamt nach Gewichtung</b>	<b>O</b>	<b>--</b>	<b>-</b>	<b>+</b>

(- - Negativ    O neutral    ++ positiv)

**Jack-Up Schiffe:** Durch die Bauweise und ihren festen Stand auf dem Meeresboden bietet dieser Plattfortmty nur technisch betrachtet die besten Voraussetzungen für das geplante Vorhaben. Jedoch sind die hohen Wetterrestriktionen beim Transport zusammen mit den vergleichsweise hohen Charterkosten mit einem enormen finanziellen Aufwand verbunden. Dieses Konzept wird in der Kostenabschätzung für kleinere Jack-Up Schiffe weiterverfolgt.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 23 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

**Barge:** Das Konzept einer Plattform Barge die von einem Schlepper zur Abschuss Position transportiert wird, birgt aufgrund der Verankerung vor Ort, hoher Wetterrestriktionen und der Stabilität deutliche Nachteile im Vergleich zu anderen Plattfortmtypen. Dieses Konzept wird in der Kostenabschätzung nicht weiterverfolgt.

**Permanent Plattform:** Eine fest installierte Plattform hat vergleichbar gute technische Voraussetzungen wie ein Jack-Up Schiff. Jedoch werden zusätzliche spezielle Konzepte für den Raketen- und Treibstofftransport und Transfer auf die Plattform benötigt. Aufgrund sehr hoher CAPEX Kosten (Anschaffung, Genehmigung, Umweltuntersuchungen, etc.) und hoher OPEX Kosten wird dieses Konzept nicht weiter betrachtet.

**Schiffstypen:** Eine schwimmende Plattform mit der Möglichkeit zur Positionierung bietet aus unserer Sicht akzeptable technische Voraussetzungen für den Start von Raketen. Aufgrund der geringsten Wetterrestriktionen lassen sich Starts und Kosten am besten planen. In der Kostenabschätzung werden unterschiedliche Schiffstypen (OSV/ MPSV, Combi-Dock, Neubau SWATH-Design) betrachtet.

## 4 Kostenabschätzung

Für das Konzept einer kurzfristig zur Verfügung stehenden mobilen Startplattform in der Nordsee sind bestehende und im Markt gut verfügbare Schiffstypen untersucht worden. Ein Neubau oder ein großer Umbau (z.B. Ölplattform) ist aus Zeit- und Kostengründen momentan nicht realisierbar. Zu einer angemessenen und notwendigen „Schiffsflotte“ für die Starts gehören neben der mobilen Abschussplattform auch ein Begleitschiff (wesentlich für die Überwachung und Kontrolle des Microlaunchers sowie zur Personalunterbringung beim Startvorgang) sowie ein Crew-Transfer- bzw. Guard-Schiff zum Versatz der Crew und Absicherung des maritimen Startraums.

Hierbei kann die mobile Abschussplattform nur kostengünstig für einen Zeitraum von mindestens 5 Jahren fest, d.h. vertraglich bindend, gebucht werden. Für die anderen Schiffe wird das Chartern über den Spotmarkt angenommen.

Aufgrund der Wettergegebenheiten in der Nordsee und davon beeinflussten Aktivitäten Transfer, Crew-Unterbringung, Startvorbereitung und Start wird von maximal 250 effektiven Tagen pro Jahr ausgegangen (Testphase nur 180 Tage; wahrscheinlich 2022). Hieraus ergibt sich je nach Lernkurve der Microlauncher-Firmen und dem Startzyklus (notwendiger Zeitraum für den Vorgang Hafen-Start-Hafen) die Anzahl der jährlich möglichen Starts. Die Anzahl Starts hat wesentlichen Einfluss auf die Kosten pro Start, da sich hierüber insbesondere die Fixkosten (z.B. fixe Charterkosten p.a.) verteilen und reduzieren. In der Kostenabschätzung wurde von den drei Szenarien „Testphase“ (Startzyklus 15

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 24 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Tage = 12 Starts p.a.; wahrscheinlich 2022), „Start-up Case“ (Startzyklus 12,5 Tage = 20 Starts p.a.; wahrscheinlich 2023) und „Real Case“ (Startzyklus 10,0 Tage = 25 Starts p.a.; wahrscheinlich ab 2024).

Es ist zu prüfen, inwieweit die Startpreise insbesondere in der Testphase (12 Starts) und der Start-up-Phase (20 Starts) für die Microlauncher-Firmen kommerziell realisierbar sind. Hierfür ist in unserer Betrachtung für anfallende Initialkosten einer Betreibergesellschaft, eine Subventionierung durch den Bund unterstellt.

Weitere Initialkosten sind durch den Bund zu übernehmen, um eine zuverlässige mobile Startplattform in der Nordsee der Industrie bereitzustellen (feste Verpflichtung für garantierten Zeitraum). Damit geht jedoch auch jegliches Risiko des Betreibermodells für Kauf, Umbau oder Betrieb auf eine privatwirtschaftliche Ebene über. Die Verteilung wesentlicher Positionen soll über einen Zeitraum von mindestens 5 Jahren erfolgen. Kein hoher einmaliger Betrag würde verloren gehen, falls die Industrie nicht den ausreichenden Bedarf an dieser Lösung nachweist.

Der unten vorgestellte Ansatz der Initialkosten ermöglicht, dass der Bund, Behörden oder FuE-Einrichtungen bereits ab dem 5. Jahr (2025) eigene Starts zu ihrer Verfügung haben. Eine längerfristige Unterstützung der Startplattform durch den Bund, d.h. gegen feste Buchung von Starts, würde zum einen die Hersteller der Launcher entlasten, da durch sie weniger Starts für eine kommerzielle Nutzung der Plattform gebucht werden müssen; dies gäbe ihnen mehr Zeit zur Marktpositionierung.

Zum anderen würde diese optionale längerfristige Unterstützung auch den Aufbau einer weiteren Plattform (d.h. mehr Startkapazitäten in Deutschland) unterstützen, sollte bereits eine Auslastung der Plattform durch die Industrie erreicht werden und der Markt entsprechendes Wachstum aufweisen. Diese weitere Plattform als Neubau wäre unter Berücksichtigung der Lerneffekte und Optimierungspotentiale für eine höhere Startanzahl ausgelegt, um dadurch die Startkosten weiter reduzieren zu können. Dieses Vorhaben würde nach einer Entscheidung bis zum Einsatz ca. 3 Jahre dauern.

Zusammenfassend lässt sich aus kommerzieller Sicht eine vorteilhafte Schiffslösung aus einem Combi-Dock oder OSV/ MPSV ableiten. Die Alternativen scheiden aufgrund deutlicher Abweichungen zu den vorgegebenen Zielgrößen der Hersteller aus. Die verschiedenen Auslastungsszenarien für die oben genannten Schiffslösungen ergeben folgenden Preis pro Start:

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

<b>Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof</b>	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 25 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

	Test	Start-up	Real
	Operativ	Operativ	Operativ
Szenarios Startanzahl p.a. (Basis 250 Schiffstage)	Test	Start-up	Real
	12	20	25
<b>A. <u>Launching Operation</u></b>	<b>8.219.322</b>	<b>12.083.142</b>	<b>13.091.518</b>
Launching Vessel (Chartertime mind. 5J.)	5.590.766	8.079.269	8.275.717
Supporting Vessels (Remote, Guard)	2.250.556	3.478.873	4.290.802
Service Launching	378.000	525.000	525.000
<b>B. <u>Engineering und Management</u></b>	<b>822.413</b>	<b>1.355.581</b>	<b>1.675.665</b>
Costs for Mob /Demob	630.000	1.050.000	1.312.500
Extra Engineering	114.000	190.000	237.500
Sonstiges	78.413	115.581	125.665
<b>GESAMT</b>	<b>9.041.735</b>	<b>13.438.724</b>	<b>14.767.183</b>
<b>Preis pro Start</b>	<b>753.478</b>	<b>671.936</b>	<b>590.687</b>

**Tabelle 1: Preis pro Start nach Auslastungsszenarien**

Auf Basis der aktuellen Informationen kann ein intelligentes Betreibermodell zu diesen Preisen pro Start die Einrichtung und Vorhaltung einer mobilen Startplattform in der Nordsee sicherstellen. Eine mögliche Subventionierung der Hersteller für die Startkosten in der Test- und Start-up-Phase wurde bei den Initialkosten (siehe Tabelle 2) berücksichtigt. Ein intelligentes Betreibermodell würde die Bedarfe der Hersteller sowie die Marktmechanismen der Schifffahrt übereinander bringen und diese Schnittstelle schließen.

Durch Charterverträge, anfallenden Umbaukosten für die Schiffe sowie notwendigen Vorleistungen (Design, Engineering, Genehmigungen) und den o.g. Subventionierungen fallen Initialkosten zum Aufbau eines Betreibermodells an. Dies umfasst auch Haftungsverpflichtungen aus Verträgen (ca. EUR 7,5 Mio.), die allerdings entfallen, wenn der Vertrag vollständig erfüllt wird. Die Initialkosten und die Unterstützung durch den Bund (garantiert und optional) betragen:

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 26 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

Initial Invest Öffentlich	Garantierter Zeitraum							Optional	Gesamt
	Early Stage mit Abbruch!		Start-up-Phase		Marktdurchdringung			Wachstum	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027-2029	
Mittelherkunft I	250.000	2.250.000	5.000.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	7.500.000	25.000.000
Mittelherkunft II	250.000	2.250.000	5.000.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	7.500.000	25.000.000
<b>Zuschuss</b>	<b>500.000</b>	<b>4.500.000</b>	<b>10.000.000</b>	<b>5.000.000</b>	<b>5.000.000</b>	<b>5.000.000</b>	<b>5.000.000</b>	<b>15.000.000</b>	<b>50.000.000</b>
Costs for Design Mob /Demob /Conversion	250.000	950.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	0	13.200.000
Engineering, Betrieb, Genehmigungen	75.000	1.475.000	0	0	0	0	0	0	1.550.000
Early Engineering "Maritimisierung"	175.000	500.000	0	0	0	0	0	0	675.000
Bürgschaft Reeder (nur bei Abbruch der Charter)	0	0	2.500.000	2.500.000	2.500.000	0	0	0	7.500.000
Liquidität Betrieb	0	0	3.000.000	0	0	0	0	0	3.000.000
Subventionierung Starts für Industrie			1.800.000	2.000.000	0	0	0	0	3.800.000
<b>Verwendung Invest</b>	<b>-500.000</b>	<b>-2.925.000</b>	<b>-9.700.000</b>	<b>-6.900.000</b>	<b>-4.900.000</b>	<b>-2.400.000</b>	<b>-2.400.000</b>	<b>0</b>	<b>-29.725.000</b>
Startmöglichkeiten Bund, Behörden, FuE Partner			0	0	0	2.687.745	2.687.745	14.782.596	20.158.085
==> entspricht Anzahl Starts			0	0	0	0	4,0	22,2	31
<b>Verwendung Starts durch Bund &amp; Co.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-2.687.745</b>	<b>-2.687.745</b>	<b>-14.782.596</b>	<b>-20.158.085</b>
Über(+) / Unterdeckung (-)	0	1.575.000	1.875.000	-25.000	75.000	-12.745	-100.489	116.915	116.915

**Tabelle 2: Initialkosten garantiert / optional**

Insbesondere das Engineering und Design im Jahr 2020 und 2021 dienen zur notwendigen „Maritimisierung“, Genehmigungsfähigkeit und Versicherbarkeit des Starts der Microlauncher von See. Diese Vorarbeiten sind essenziell, um Problemstellungen erst auf See zu vermeiden. Das Durchlaufen der Lernkurve ausschließlich auf See hätte erhebliche Risiken für die Hersteller sowie das Betreibermodell, da die entstehenden Kosten ein Vielfaches der Kosten an Land darstellen würden. Nach dieser Phase gibt es eine Abbruchmöglichkeit des Vorhabens, falls die Vorarbeiten zum Ergebnis kommen die Startplattform nicht weiterverfolgen zu können. Erst mit Abschluss der Chartervereinbarungen und vor Beginn der Umbauarbeiten gegen Ende 2021 steigen die Initialkosten bzw. Verpflichtungen deutlich an. Es wird davon ausgegangen, dass wesentliche Positionen über einen Zeitraum von mindesten 5 Jahren verteilt werden können. Ab 2027 wären demnach Mittel des Bundes nicht mehr notwendig, sofern nicht der Ausbau der Kapazitäten forciert werden oder eine Entlastung der Hersteller erfolgen soll. Die Bedeutung eigener Startoptionen für Bund, Behörden und FuE-Einrichtungen kann hier nicht abschließend beurteilt werden.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 27 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

## 5 Zusammenfassung

Einen „Weltraumbahnhof“ offshore zu betreiben ist nicht neu und wurde schon mehrfach umgesetzt (z.B. Sea Launch oder Space X). Die erste Betrachtung einer maritimen Lösung für die Realisierung der nationalen Abschusseinrichtung verdeutlicht, dass eine technische Lösung mit am Markt verfügbaren Einheiten und innerhalb der deutschen AWZ möglich ist. Es ist erforderlich unter Anpassung der Prämissen und Detaillierung der technischen Anforderungen die Spezifikationen zu konkretisieren, um den Herausforderungen der Abschussposition in der Nordsee gerecht zu werden. Das initiale Engineering und die „Maritimisierung“ der Hersteller, zusammen mit den Genehmigungsauflagen gilt es in der dargestellten Early Stage- und Start-up-Phase fortzuschreiben.

Unter Betrachtung bekannter technischer Restriktion und belegt mittels Kostenabschätzungen, ist eine modifizierte Schiffslösung die geeignete Variante für eine mobile Abschussplattform und der ursprünglich favorisierten Jack-Up Einheit vorzuziehen. Im Rahmen des Detailed Engineering ist die Sensibilisierung für die maritimen Restriktionen bei der Herstellung der Raketen und der Spezifizierung der logistischen Prozesse erforderlich. Dadurch können die Annahmen auch unter Berücksichtigung individueller Wetterrestriktionen und der Prozessketten Hafen-Schiffe-Hersteller (inkl. Remote-/Kommunikationskonzept) verifiziert werden. Das Betreiberkonzept, basierend auf einem intelligenten Konsortium sieht vor, die Schnittstellen zwischen den Herstellern, Hafen und Schiff effizient zu koordinieren. Als zeitkritisch und Teil der Anfangsphase ist das Genehmigungsmanagement insbesondere hinsichtlich Umweltverträglichkeit und Handhabung von Gefahrgut (Treibstoff) sowie Konzept „Remote-Steuerung Schiff“ anzusehen. Weitere technische Herausforderungen im Rahmen der Schiffszertifizierung sowie Qualifizierung des Personals, Risikobetrachtung der Prozeduren, versicherungstechnische Themen sowie Einflüsse des Offshore Rettungskonzept gilt es ebenfalls zu bewerten.

Die kommerzielle Rechtfertigung eines Betreibermodells kann mit einer Beteiligung des Bundes an entstehenden Initialkosten erfolgen. Für den Bund entfallen dadurch Verpflichtungen aus dem Kauf, dem Umbau oder dem Betrieb der Plattform. Ebenso kann der Bund bereits ab dem Jahr 2025 Starts für sich, Behörden und FuE-Einrichtungen nutzen. Bis ca. Ende 2021 besteht für den Bund eine Möglichkeit des Abbruchs, woraus kein ungerechtfertigter Betrag an Initialkosten verloren geht. Die zu garantierenden Initialkosten können über einen Zeitraum von ca. sechs Jahren (2021 bis 2026) verteilt werden und betragen ca. EUR 22,2 bis maximal 29,7 Mio. (nur bei Kündigung langfristiger Verträge). Daraus ergäbe sich ein durchschnittlicher Beitrag des Bundes von EUR 3,7 bis 5,0 Mio. pro Jahr. Eine optionale Verlängerung der Beteiligung des Bundes würde den Markteintritt der Microlauncher-Firmen unterstützen oder die Möglichkeit zur Erhöhung der Startkapazitäten eröffnen. Mit diesem Konzept könnten nach der Start-Up-Phase des Betreibermodells die Starts für ca. EUR 0,6 Mio. wettbewerbsfähig von einer mobilen Startplattform in der Nordsee erfolgen.

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 28 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!

## 6 Anhang

### 6.1 Operational Limits

	Jack-up Schiff (DP2)	Jack up Barge (ohne eigenen Antrieb)	Barge (schwimmend, verankert)	Permanente Plattform	Schiff (e.g. OSV, MPSV, Deck Carrier, Combi Lift, SWATH)
Transit / Transport zur Position 250Nm /460km	1,2d	2,5d	2,5d	1d	1d
Wettergrenzen Transit	Welle: Hs<2,0m Wind: >18m/s	Welle: Hs<1,5m Wind: >12m/s	Welle: Hs<1,5m Wind >12m/s	Welle: Hs<4,0m Wind: <25m/s	Welle: Hs<4,0m Wind: <25m/s
Positionierung / Verankerung / Jacking	0,5d	1d	1d	1d (einmalig)	0,25d
Wettergrenzen Positionierung	Welle: Hs<1,8m Wind: >15m/s	Welle: Hs<1,5m Wind >12m/s	Welle: Hs<1,5m Wind: >12m/s	Welle: Hs<1,5m Wind: <12m/s	Welle: Hs<2,5m Wind: <18m/s
Projekt Operation	3d	3d	3d	5d including loading and discharging	3d
Jacking / Verankerung	0,5d	1d	1d	1d only once per year	0,25d
Wettergrenzen Jacking	Welle: Hs<1,8m Wind: >15m/s	Welle: Hs<1,5m Wind: >12m/s	Welle: Hs<1,5m Wind: >12m/s	Welle: Hs<1,5m Wind: <12m/s	Welle: Hs<2,5m Wind: <18m/s
Transit / Transport zum Basis-hafen 250Nm	1,2d	2,5d	2,5d	1d	1d
Wettergrenzen Transit	Hs<2,0m Wind >18m/s	Hs<1,5m Wind >12m/s	Hs<1,5m Wind >12m/s	Hs<4,0m Wind <25m/s	Hs<4,0m Wind <25m/s

All data and information contained in this document are to be regarded as confidential. All rights reserved.

Konzeptstudie / Kostenabschätzung für einen Weltraumbahnhof	
Filename: DOC-BIS-Konzeptstudie_Weltraumbahnhof	Version No.: 002
Page 29 of 29	

E-document, not maintained if printed! Check validity before using!