

# Raumtransport Bayern 2040 – Aus Bayern in die Zukunft starten!

Ein Positionspapier der Industrie und Forschung an die bayerische Staatsregierung zur Zukunft des Raumtransports in Bayerns im Rahmen einer Raumfahrtstrategie Bayern.

## 1 Kontext

Die Raumfahrtindustrie befindet sich seit einigen Jahren im Umbruch. Im Zentrum der damit verbundenen Entwicklung stehen das Wachstum der institutionellen Raumfahrt und eine dynamische Marktentwicklung im Sektor der kommerziellen Raumfahrt, bekannt als "New Space" und "Next Space".

Die kommerzielle Raumfahrt bietet eine Vielzahl von Dienstleistungen, von Kommunikations-, Erdbeobachtungs- und Navigationsservices bis hin zu neuen digitalen Geschäftsmodellen auf der Basis von Satellitendaten, auch für Dienstleistungen außerhalb des Raumfahrtsektors. Weitere Angebote umfassen Montage-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an Satelliten in der Umlaufbahn (In-Orbit-Servicing) und die aktive Vermeidung, Verminderung und Rückführung von Weltraumschrott. Im Zusammenspiel mit Raumstationen entstehen Entwicklungsräume in Schwerelosigkeit in der Umlaufbahn (In-Space-Logistik). Auch der Weltraumtourismus entwickelt sich schrittweise. Zentrales Element der kommerziellen Raumfahrt sind die Mega-Konstellationen im niedrigen Erdorbit mit tausenden Satelliten mit spezifischen Dienstleistungen im Bereich der Kommunikation und der Erdbeobachtung, getrieben vor allem durch SpaceX Starlink (USA, Plan 42.000 Satelliten), Amazon Kuiper (USA, Plan: 3.200 Satelliten) und dem europäischen OneWeb (Plan: 6400 Satelliten). Die Zahlen sprechen für sich: Hand in Hand mit dem weltweit hohen Volumen an geplanten Konstellationssatelliten wird ein starker Anstieg der notwendigen Raumtransportkapazität vorhergesagt. Die Konsequenz: eine zunehmende Privatisierung von Startdienstleistungen für Satelliten und Crew- und Cargo-Transporten zu kommerziellen und institutionellen Raumstationen, allen voran durch SpaceX und seine Trägerfamilie mit wiederverwendbaren Erststufen ist bereits zu erkennen. In diesem Segment dominiert SpaceX mit 95% der Starts. Der wachsende Bedarf an wirtschaftlichen und flexiblen Raumtransportdienstleistungen ist die Basis für die weltweite Entstehung von Start-ups im Bereich der Kleinträger, sogenannte Microlauncher. Dieser Trend

spiegelt sich auch in den Beschlüssen des „ESA/EU Summits“ Anfang November 2023 in Sevilla wider, in denen mehr Kommerzialisierung und mehr Wettbewerb vereinbart wurden.

Auch in der institutionellen Raumfahrt gewinnen Satellitenkonstellationen an Bedeutung, vor allem für hoheitliche Aufgaben wie die sichere Kommunikation und die Erdbeobachtung z.B. für die Gewinnung von wissenschaftlichen Informationen zum Klimawandel, aber auch im Bereich der flexiblen, schnellen militärischen Aufklärung (Responsive Space). Das EU-Satellitensystem „IRIS<sup>2</sup>“ (Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite) soll in Zukunft für mehr Internetsicherheit sorgen. Für seinen Aufbau bis 2027 werden seitens EU 2,4 Mrd. Euro bereitgestellt. Ebenso wachsende Aktivitäten verzeichnet der Bau und der Betrieb von Raumstationen sowie Missionen zum Mond und Mars, auch in kommerziellen Partnerschaften und es gewinnen flexible und wettbewerbsfähige Startkapazitäten zunehmend an Bedeutung.

Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in den wirtschaftlichen Zahlen wider. Im prognostischen Vergleich der Dekaden 2010-2019 und 2020-2029 zeigt sich ein beträchtlicher Anstieg der weltweiten Regierungsausgaben für die Raumfahrt, insbesondere in den Bereichen Transport (+68% auf 121 Mrd. US\$), orbitale Infrastruktur (+34% auf 50 Mrd. US\$) und Mondaufklärung (+320% auf 21 Mrd. US\$). Ebenso beeindruckend ist das Wachstum der Europäischen Raumfahrtindustrie von 46 Mrd. € (2015) auf 54 Mrd. € (2019) und des ESA-Budgets von 4,4 Mrd. € in 2005 auf 7,15 Mrd. € in 2022. Raumfahrt-Start-ups erfreuen sich eines Anstiegs des international investierten Kapitals von von 3,3 Mrd US\$ (2010-2014) auf 16,8 Mrd US\$ (2015-2019). Experten sagen voraus, dass der internationale Raumfahrtmarkt bis 2040 ein Volumen von 2700 Mrd. US-Dollar erreichen wird, vergleichbar mit dem weltweiten Automobilmarkt im Jahr 2020 – eine immense Chance für Bayern, seine Marktanteile zu erhöhen.

Diese Entwicklungen im Raumfahrtmarkt haben massive Auswirkungen auf die Entwicklung der internationalen und auch der europäischen Raumtransportsysteme. Im Kern lassen sich die Herausforderungen in den folgenden vier Rubriken zusammenfassen:

- Niedrige Startkosten durch wirtschaftlich herstellbare und betreibbare Raumtransportsysteme im Zusammenspiel mit Nutzlast- und Startflexibilität und hoher Zuverlässigkeit sichern die internationale Wettbewerbsfähigkeit.

- Das Thema Nachhaltigkeit mit wiederverwendbaren Stufen, grünen Antriebsystemen und ressourceneffizienten Materialien und Fertigungstechniken rückt im Zuge des Green Deals in den Fokus.
- Kurze Innovations- und Betriebszyklen bei den Konstellationssatelliten durch kurzlebige Technologiegenerationen führen zu einer steigenden Nachfrage nach wirtschaftlichen, flexiblen und kurzfristig planbaren Startkapazitäten.
- Die geopolitischen Veränderungen und die einhergehenden Sicherheits- und Verteidigungsaspekte erhöhen die Nachfrage nach flexibel startbaren Satelliten mit Dual-Use und militärischen Missionen und damit die missionsflexiblen und reaktionsschnellen Startkapazitäten.

## 2 Position Bayerns

Bayern hat sich in der Raumfahrtbranche einen bedeutenden Platz erobert. Insbesondere der Raumtransport ist ein wesentlicher Treiber der bayerischen Wertschöpfung in diesem Sektor. Unternehmen wie ArianeGroup und MT Aerospace sind in der Raumfahrt seit langen Jahren etablierte und sehr erfolgreiche Player bei Trägerraketen im oberen Nutzlastbereich zwischen 10 und 20 Tonnen in den niedrigen Erdorbit (Ariane 5, zukünftig Ariane 6). Zudem drängen die privat finanzierten Start-ups Rocket Factory Augsburg, Isar Aerospace und HyImpulse auf den Markt, die in der Nutzlastklasse bis 1,5 Tonnen flexible und kosten-günstige Startmöglichkeiten anbieten werden. Zahlreiche Zulieferer im Bereich des Engineerings, der Informationstechnologie und der Fertigung von Komponenten und elektronischen Systemen tragen ebenfalls zur Wertschöpfung bei. Forschungseinrichtungen wie das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institute der Fraunhofer Gesellschaft und Hochschulen und Universitäten wie die TU München, die Universität Würzburg und die Universität der Bundeswehr ergänzen dieses Raumtransportökosystem.

Um Bayerns Wertschöpfungsanteil zu bewahren und im Hinblick auf die prognostizierte Marktdynamik zu erweitern – insbesondere bei der Unterstützung eines eigenständigen europäischen Zugangs zum All – ist die kontinuierliche und strategische Entwicklung von Fähigkeiten unabdingbar. Diese langfristige Fähigkeitsentwicklung mit Fokus auf die Interessen der bayrischen Industrie kann durch ESA-Finanzierung allein nicht bewerkstelligt werden. Ohne eine Beteiligung des Landes Bayern, gerade mit dem Blick auf die jüngsten Kürzungen im deutschen Raumfahrtprogramm durch die Bundesregierung, bleiben viele technologische

und wirtschaftliche Chancen ungenutzt und gehen einer Nutzung zur möglichen Steigerung des bayerischen Marktanteils verloren. Neben diesen Lücken resultiert daraus auch eine mangelnde Kontinuität in der Zusammenarbeit innerhalb des bayerischen Partnernetzwerks, vor allem mit den Forschungseinrichtungen, Universitäten und Hochschulen. Qualifizierter Nachwuchs bleibt aus, wertvollen Forschungsergebnissen bleibt damit der Weg in die Anwendung verwehrt, bereits existierende Forschungsinfrastruktur, oft international einzigartig, bleibt für den Raumtransport ungenutzt.

Bayern darf keine weitere Zeit verlieren, sich eine langfristige Technologie- und Wertschöpfungsstrategie im Bereich der Raumfahrt, insbesondere des Raumtransports zu geben, um im internationalen Wettbewerb weiterhin bestehen zu können und um im skizzierten dynamischen Umfeld der Raumfahrt und des Raumtransports im Zusammenspiel mit der Raumtransportindustrie im Partnerland Bremen, den Ankerkunden Deutschland und ESA einen substantziellen Anteil am Marktwachstums für sich zu gewinnen.

### **3 Handlungsbedarf und Handlungsempfehlungen**

#### **3.1 Strategie Raumtransport Bayern 2040**

Es besteht dringender Handlungsbedarf, um Bayern an der Spitze der weltweiten Raumfahrtentwicklung zu positionieren. Europa, und im Speziellen Deutschland und Bayern, kann nur dann effektiv an der globalen Raumfahrtentwicklung teilhaben, wenn die staatlichen Budgets mit den Fortschritten der anderen Raumfahrtationen mithalten können. Daher muss Bayern eine langfristige Strategie Raumtransport entwickeln, die sowohl komplementär zur ESA als auch zur deutschen Raumfahrtstrategie ist. Diese Strategie, verbunden mit dem Forschungs- und Transferprogramm "Raumtransport Bayern 2040", wird als entscheidend für die Aufrechterhaltung und Steigerung der Wertschöpfung im bayerischen Raumtransport angesehen. Ein solches langfristiges Vorgehen sichert auch die langfristige und kontinuierliche Zusammenarbeit von Partnern aus Forschung, Wissenschaft und Industrie. Damit wird auch die schnelle und effiziente Umsetzung von Ergebnissen aus den gemeinsamen Forschungsprogrammen in die industrielle Nutzung sichergestellt. Dies stellt nicht nur die Basis für eine effiziente gemeinsame Gestaltung und Entwicklung im Bereich "Raumtransport" in Bayern dar, sondern fördert auch die Wertschöpfung und zieht neue Raumfahrtunternehmen in die Region. Universitäten und Forschungseinrichtungen profitieren ebenfalls,

indem sie durch die Technologie des Raumtransports Studierende anlocken und die dringend benötigten Fachkräfte für die Industrie ausbilden können.

Die Vision für den bayerischen Raumtransport 2040 – „Der wettbewerbsfähige und nachhaltige Raumtransport“

Bayern wird auf der Basis seiner wirtschaftlichen Kraft und der Fähigkeiten seiner Industrie und Forschung im Raumtransport bis zum Jahr 2040 führend im Bereich der wettbewerbsfähigen, effizienten und nachhaltigen Raumtransportdienstleistungen und den damit verbundenen Systemen. Dies betrifft sowohl Produktionsverfahren als auch die Produkte selbst, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf der Vermeidung von Weltraummüll liegt. Dafür steht Bayern im Zusammenspiel mit der deutschen und europäischen Raumfahrt.

Die Strategie „Raumtransport Bayern 2040“

Kern der bayerischen Strategie im Raumtransport ist die Entwicklung von Fähigkeiten und Technologien sowohl im Bereich der nachhaltigen Einwegträger als auch für rückkehrfähige Trägerstufen. Ausgehend von seinem jetzigen Kompetenz- und Technologieprofil baut Bayern die Brücke zwischen den beiden Technologiebereichen im Bereich der Trägerraketen.

Strukturen und Technologien für Trägerstufen können im Vollmaßstab dargestellt werden, Teiltechnologien im Teilmaßstab in Flugexperimenten im Zusammenspiel von Industrie, DLR und Forschungseinrichtungen validiert werden. Dies wird ein bayerisches Alleinstellungsmerkmal in der deutschen und europäischen Raumfahrt. Eine analoge Durchgängigkeit von den Grundlagen zum Demonstrator und dessen experimenteller Validierung ist auch bei den Triebwerken darstellbar. Nachhaltige, wiederverwendbare Antriebe mit hoher Lebensdauer und wirtschaftlichen Fertigungsverfahren wie additive Verfahren stehen im Mittelpunkt. Prüfstandtests im Subscale-Maßstab und Full-Scale-Maßstab auf Komponentenprüfständen bayerischer Firmen und auf Großprüfständen im DLR Lampoldshausen schließen eine einmalige Prozesskette.

Das vorgestellte strategische Profil kennzeichnet Bayern als eine Region, die den gesamten Prozess von der Materialentwicklung bis zur Validierung in Flugexperimenten und Prüfständen abdeckt. Dies, in Kombination mit einer konsequenten Kooperation zwischen Forschung und Industrie, wird nicht nur Start-ups fördern,

sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit der bestehenden Trägerfirmen stärken. Dadurch kann Bayern in einem Markt, der zunehmend von neuen internationalen Akteuren besetzt wird, seine Position behaupten.

### 3.2 Förderprogramm „Raumtransport Bayern 2040“

Die Einrichtung eines langfristigen Förderprogramms „Raumtransport Bayern 2040“ stellt eine strategische und weitsichtige Initiative dar, um Bayern an der Spitze der Raumfahrt zu positionieren. Damit eine nachhaltige Fähigkeitsentwicklung sowohl komplementär zu den ESA-Programmen als auch zur deutschen Raumfahrtstrategie realisiert werden kann, wird eine Programmlaufzeit von zehn Jahren als grundlegend betrachtet. Es ist unerlässlich, dass dieses Programm über einen eigenen Haushaltstitel mit eigener finanzieller Ausstattung verfügt.

Das Hauptaugenmerk des Förderprogramms liegt auf der anwendungsorientierten Verbundforschung zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und der Industrie. Dabei spielt der Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie eine entscheidende Rolle. Es ist von zentraler Bedeutung, dass die Förderbedingungen für alle Beteiligten wirtschaftlich attraktiv gestaltet werden, wobei hierbei möglicherweise das Modell der LuFo-Förderung des Bundes als Referenz dienen kann.

Die Zukunft des Raumtransports in Bayern wird in einer langfristigen, synergetischen Zusammenarbeit zwischen privatwirtschaftlichen Unternehmen, den staatlich finanzierten Einrichtungen und den Forschungseinrichtungen und Hochschulen gesehen. Alle Akteure müssen Zugang zur staatlichen Förderung haben. Damit wirkt das bayerische Förderprogramm sowohl als Katalysator für die Einwerbung privaten Kapitals von Finanzinvestoren, sowie von ESA-Mitteln und einer soliden Positionierung der bayerischen Raumtransportindustrie innerhalb der ESA-Programme als auch für den strategischen Ausbau der bayerischen Wertschöpfung. Die bayerische Förderung bereitet damit auch den Boden für einen effizienten Technologietransfer aus der Forschung in die Anwendung und präsentiert sich als agiler und langfristig verlässlicher Partner gegenüber der Raumtransportindustrie im Partnerland Bremen und den Ankerkunden Deutschland und ESA. Dies treibt wiederum den Transformationsprozess der bayerischen Raumtransportindustrie voran, wodurch Bayern zu einem Vorreiter in Sachen Innovation und Technologie wird, ganz im Sinne der Hightech Agenda Bayern.

## 4 Zusammenfassung

Die globale Raumfahrtindustrie erlebt eine rasante Entwicklung, getrieben von Institutionen und der kommerziellen Raumfahrt ("New Space" und "Next Space"). Es besteht ein starker Anstieg in den Bereichen Kommunikation, Erdbeobachtung und der Implementierung von Satellitenkonstellationen. Technologie und finanzielle Investitionen treiben den Markt voran, wobei Experten für 2040 ein Marktvolumen von 2700 Milliarden US-Dollar prognostizieren.

Bayern hat sich als ein bedeutender Akteur in der Raumfahrtindustrie etabliert, mit führenden Unternehmen sowohl in der institutionellen als auch in der kommerziellen Raumfahrt. Es besteht jedoch die Notwendigkeit, Bayerns Technologieentwicklung fortlaufend zu fördern, um im globalen Wettbewerb bestehen zu können und um im europäischen Kontext die Kontinuität bei der Entwicklung von Fähigkeiten und Technologien sicherzustellen. Andere Länder haben den Wert langfristiger Technologiestrategien erkannt, wodurch Bayerns Handlungsbedarf unterstrichen wird. Um Bayerns Position zu stärken, wird eine umfassende Strategie "Raumtransport Bayern 2040" empfohlen. Diese legt den Schwerpunkt auf wirtschaftliche Effizienz, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit. Das begleitende Förderprogramm „Raumtransport Bayern 2040“ zielt darauf ab, nachhaltige, globale Champions zu erzeugen und deren Unterstützung über ein Jahrzehnt zu gewährleisten, wobei die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie von zentraler Bedeutung ist. Die Vision ist es, Bayern als Vorreiter global wettbewerbsfähiger Unternehmen zu positionieren, im Einklang mit der Hightech Agenda Bayern und im Zusammenspiel mit der Raumtransportindustrie im Partnerland Bremen, den Ankerkunden Deutschland und ESA.

München, Januar 2024

Andreas Gundel,  
bavAIRia

Jörn Spurmann,  
Rocket Factory Augsburg

Dr. Andreas Lermann,  
Munich Aerospace

Daniel Metzler,  
Isar Aerospace

Alexander Mager,  
Ariane Group

Mario Kobald,  
Hylmpulse

Ulrich Scheib,  
MT Aerospace

Prof. Dr. Heinz Voggenreiter,  
DLR