

EUROPA MUSS RAUMFAHRT NEU DENKEN: VON DER ÖFFENTLICH FINANZIERTEN RAUMFAHRT ZUR ORBITAL ECONOMY

EINE STRATEGIE FÜR SOUVERÄNITÄT, WOHLSTAND UND SICHERHEIT

von Matthias Spott und Chris Gernreich, Version 1.0 vom 29.7.2026

Die Raumfahrt entwickelt sich von einer staatlich geprägten Hochtechnologiebranche zur Grundlage einer neuen industriellen Wertschöpfungsordnung – der **Orbital Economy**. Was mit NewSpace begann, entwickelt sich heute zu einem eigenständigen Wirtschaftsraum, in dem Infrastruktur, Daten, Produktion und Dienstleistungen zunehmend im Orbit entstehen und genutzt werden. Das weltweite Marktvolumen wird bereits für 2030 auf rund eine Billion Euro und für 2040 auf über 1,7 Billionen Euro geschätzt.

Europa hat in den vergangenen Jahren wiederholt unterschätzt, dass aus visionären Ideen völlig neue Industrien entstehen können. Die Folgen sind sichtbar: Tesla beschleunigte den Strukturwandel der Automobilindustrie, SpaceX veränderte mit Falcon und demnächst Starship den globalen Trägermarkt und löste Europas Launcher-Krise aus. Starlink definiert heute den Markt für satellitengestützte Kommunikation neu. Mit Orbital Computing, KI-Infrastruktur im All und kommerziellen Raumstationen beginnt bereits die nächste Entwicklungsstufe. Europa darf diese Chance nicht ein weiteres Mal verpassen.

Europa verfügt mit seiner industriellen Basis, ihrer Forschungslandschaft und den angekündigten Investitionen in Raumfahrt und Verteidigung über die historische Chance, den Rückstand gegenüber den USA und China nicht schrittweise aufzuholen, sondern durch gezielte und radikale Innovationen sprunghaft zu verkürzen. Dafür muss Raumfahrt neu gedacht werden, aber nicht als Forschungsprogramm, sondern als industrie-, wirtschafts- und sicherheitspolitisches Zukunftsprojekt. Drei strategische Ziele stehen dabei im Mittelpunkt:

- **Wohlstand durch neue industrielle Wertschöpfung:** Die Orbital Economy eröffnet neue Märkte für Infrastruktur, Daten, Produktion und Dienstleistungen im Weltraum und stärkt Europas industrielle Wettbewerbsfähigkeit.
- **Souveränität durch unabhängige Infrastruktur:** Eigene Trägersysteme, Satellitenkonstellationen, Datenplattformen und orbitale Produktionskapazitäten sichern Europas Handlungsfähigkeit gegenüber geopolitischen Abhängigkeiten.
- **Sicherheit durch Dual-Use-Innovationen:** Raumfahrt verbindet zivile Hochtechnologie mit moderner Sicherheitsarchitektur und stärkt gleichermaßen Wirtschaft, Resilienz und Verteidigungsfähigkeit.

Zur Erreichung der Ziele schlägt SPRIND eine Strategie entlang von fünf Ausbaustufen vor:

1. **Souveräner Zugang zum All:** Aufbau wettbewerbsfähiger europäischer Hin- und Rücktransportsysteme als Grundlage jeder wirtschaftlichen und sicherheitspolitischen Aktivität im Weltraum.
2. **Digitale Infrastruktur im Orbit:** Auf- und Ausbau souveräner Kommunikations-, Navigations- und Erdbeobachtungssysteme als digitales Rückgrat Europas.
3. **Industrielle Wertschöpfung im Orbit:** Entwicklung einer europäischen Low Earth Orbit (LEO) Economy mit den Säulen Infrastruktur, Daten, Produktion und Kreislaufwirtschaft.

4. **Expansion in den cislunaren Raum:** Positionierung Europas im Raum zwischen Erde und Mond als nächster industrieller Entwicklungsstufe.
5. **Deep Space als Innovationsmotor:** Entwicklung hochautarker Technologien für den Mars mit unmittelbarem Nutzen für Industrie, Nachhaltigkeit und Resilienz auf der Erde.

Europa verfügt noch über die Möglichkeit, diesen neuen Wirtschaftsraum aktiv mitzugestalten. Das Zeitfenster schließt sich jedoch schnell. Wer heute die **Orbital Economy** aufbaut, gestaltet die industrielle Wertschöpfung der kommenden Jahrzehnte.

DIE ORBITAL ECONOMY

Die heutige Raumfahrt ist weit mehr als eine Hochtechnologiebranche. Sie unterliegt einem Paradigmenwechsel und wird bald zur Grundlage einer neuen industriellen Wertschöpfungsordnung – der Orbital Economy. Während Raumfahrt über Jahrzehnte vor allem wissenschaftlichen, politischen und militärischen Zielen diente, entstehen heute erstmals eigenständige Märkte im Weltraum. Kommerzielle Raumstationen, Satellitenkonstellationen, In-Orbit-Services, orbitale Rechenzentren und Fertigung in der Schwerelosigkeit markieren den Übergang von einzelnen Raumfahrtmissionen hin zu einer dauerhaft wirtschaftlich genutzten Infrastruktur im Orbit.

Diese Entwicklung folgt einem bekannten Muster. Jede industrielle Revolution begann mit dem Aufbau neuer Infrastruktur. Jede digitale Revolution beruhte auf der Kontrolle über Daten und Rechenkapazitäten. Die nächste wirtschaftliche Entwicklungsstufe wird durch den Aufbau einer souveränen Orbital Economy geprägt. Infrastruktur, Daten, Produktion und zirkuläre Wertschöpfung werden zukünftig die vier Säulen einer eigenständigen Wirtschaft im Weltraum bilden.

Auslöser dieses Paradigmenwechsels war die Gründung von SpaceX im Jahr 2002 und das Entstehen des NewSpace-Ökosystems. Die Einführung wiederverwendbarer Trägersysteme senkte die Kosten für den Zugang zum All drastisch und trieb die Entwicklungen. Private Investitionen ergänzen seitdem zunehmend den Staat als Innovationstreiber und beschleunigen so den Aufbau kommerzieller Geschäftsmodelle. Seit 2020 entwickelt sich daraus ein globales Ökosystem, das den Weltraum zu einem dauerhaften Wirtschaftsraum macht, mit kommerziellen Raumstationen, orbitalen Dienstleistungen und industriellen Anwendungen.

Die USA und China investieren mit hoher Geschwindigkeit in diese Entwicklung und verfolgen dabei eine klare industrie- und geopolitische Strategie. Europa verfügt zwar über exzellente Forschung, eine leistungsfähige Industrie und starke institutionelle Akteure, betrachtet Raumfahrt jedoch vielfach noch als Forschungsprogramm oder öffentliche Infrastruktur. Damit droht Europa den Übergang von der klassischen Raumfahrtindustrie zur Orbital Economy zu verpassen.

Aber es geht längst nicht mehr nur um den Zugang zum Weltraum. Es geht darum, wer künftig die Infrastruktur bereitstellt, Daten verarbeitet, industrielle Produktion ermöglicht und die entstehende Wertschöpfung im Orbit kontrolliert. Genau damit entscheidet sich die technologische Wettbewerbsfähigkeit Europas im 21. Jahrhundert.

Die Orbital Economy schafft drei strategische Hebel für Europa:

- **Souveränität durch unabhängige Infrastruktur:** Wer über eigene Trägersysteme, Satellitenkonstellationen, Datenplattformen und orbitale Produktionskapazitäten verfügt, reduziert strategische Abhängigkeiten und sichert die technologische Handlungsfähigkeit Europas. Die Orbital Economy wird damit zur Grundlage digitaler, industrieller und wirt-

schaftlicher Souveränität. Sie wird vergleichbar sein mit der Bedeutung von Energie- und Verkehrsnetzen für die industrielle Entwicklung des 20. Jahrhunderts.

- **Wohlstand durch neue industrielle Wertschöpfung:** Die Orbital Economy wird einen völlig neuen Wirtschaftsraum mit eigener Infrastruktur, digitalen Plattformen, industrieller Produktion und Dienstleistungen im Orbit erschließen. Sie eröffnet bis 2040 ein zusätzliches Wertschöpfungspotenzial in dreistelliger Milliardenhöhe und kann so hochqualifizierte Arbeitsplätze schaffen und Europas industrielle Basis massiv stärken. Gleichzeitig werden Spillover-Effekte für Schlüsselbranchen wie Maschinenbau, Robotik, Halbleiter, Künstliche Intelligenz, Pharma und Telekommunikation entstehen.
- **Sicherheit durch integrierte Dual-Use-Innovationen:** Weltraumgestützte Kommunikation, Navigation, Erdbeobachtung und Datenverarbeitung bilden heute das Rückgrat moderner Sicherheitsarchitekturen. Die moderne Raumfahrt ist daher untrennbar mit Sicherheit und Verteidigung verbunden. Gleichzeitig erzeugen Investitionen in die Orbital Economy einen kontinuierlichen Technologietransfer zwischen zivilen und militärischen Anwendungen und stärken damit gleichermaßen Innovationskraft, Resilienz und Verteidigungsfähigkeit Europas.

Angesichts des technologischen Vorsprungs der USA und Chinas stellt sich zwangsläufig die Frage, ob Europa diesen Rückstand überhaupt noch aufholen kann. Die Antwort lautet: Ja, aber nur, wenn Europa seine eigenen industriellen Stärken konsequent nutzt und den nächsten Entwicklungsschritt der Raumfahrtwirtschaft gestaltet.

WARUM EUROPA GEWINNEN KANN

Der Rückstand Europas gegenüber den USA und China ist real. Im Bereich wiederverwendbarer Trägersysteme, kommerzieller Satellitenkonstellationen und privater Raumfahrtinvestitionen haben beide Länder in den vergangenen Jahren erhebliche Wettbewerbsvorteile aufgebaut. Daraus folgt jedoch nicht, dass Europa diese Entwicklung lediglich nachvollziehen muss. Im Gegenteil: Wie in früheren industriellen Revolutionen eröffnet der technologische Wandel auch heute die Möglichkeit, bestehende Entwicklungsstufen gezielt zu überspringen und neue Märkte unmittelbar mitzugestalten. Europa verfügt über drei Stärken, die bislang nicht konsequent miteinander verbunden wurden und besonders profitieren könnten:

- **Eine weltweit führende industrielle Basis:** Europas Stärke liegt nicht allein in der Raumfahrt, sondern in der Breite seiner industriellen Wertschöpfung. Maschinenbau, Robotik, Automatisierung, Chemie, Pharma, Halbleiter, Werkstofftechnik und industrielle Software bilden genau jene Branchen, die künftig die Orbital Economy ermöglichen und zugleich von ihr profitieren werden.
- **Exzellente Wissenschaftler:innen und technologische Kompetenz:** Mit der ESA, dem DLR, Fraunhofer, Max-Planck-Instituten, führenden Universitäten sowie einer wachsenden NewSpace-Industrie verfügt Deutschland über eine außergewöhnlich leistungsfähige Forschungs- und Innovationslandschaft. Entscheidend ist nun, diese Exzellenz schneller in skalierbare Geschäftsmodelle und industrielle Anwendungen zu überführen.
- **Einen großen Binnenmarkt und politische Gestaltungskraft:** Europa vereint einen der größten Wirtschafts- und Technologieräume der Welt, dessen Standards, und koordinierte Investitionen einen Heimmarkt schaffen können, der Planungssicherheit für privaten Investitionen schafft und es europäischen Unternehmen ermöglicht, global wettbewerbsfähig zu wachsen.

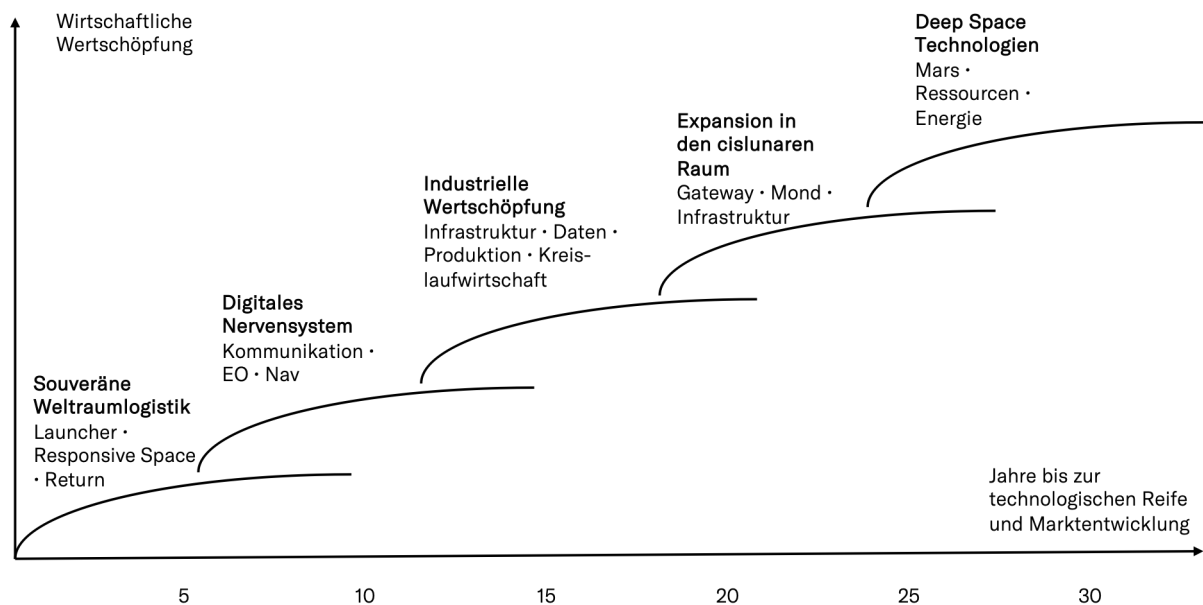
Während die erste Phase des NewSpace vor allem den Zugang zum Weltraum revolutionierte, wird die nächste Phase durch industrielle Wertschöpfung, digitale Infrastruktur, Produktion im Orbit und neue Geschäftsmodelle geprägt. Gerade in diesen Bereichen verfügt Europa

über besondere industrielle Stärken. Europa darf deshalb nicht versuchen, SpaceX oder Starlink zu kopieren. Europas Chance liegt darin, den nächsten Entwicklungsschritt zu gestalten: den Aufbau einer souveränen Orbital Economy.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN: FÜNF AUSBAUSTUFEN ZUR EUROPÄISCHEN ORBITAL ECONOMY

Der Aufbau einer europäischen Orbital Economy ist kein Einzelprojekt, sondern ein industriepolitisches Generationenvorhaben. Er erfordert den systematischen Aufbau neuer Infrastruktur, neuer Märkte und neuer industrieller Wertschöpfungsketten im Weltraum. Die im Koalitionsvertrag, der High-Tech-Agenda sowie den europäischen Raumfahrt- und Innovationsprogrammen angelegten Initiativen bilden hierfür ein wichtiges Fundament. Angesichts der Dynamik in den USA und China reichen inkrementelle Verbesserungen und unabgestimmte Aktivitäten jedoch nicht mehr aus.

Die nachfolgenden fünf Ausbaustufen (s. Abbildung) beschreiben einen möglichen Entwicklungspfad für den Aufbau einer souveränen europäischen Orbital Economy. Sie bauen inhaltlich aufeinander auf, sind jedoch nicht strikt sequenziell zu verstehen. Vielmehr müssen sie parallel entwickelt werden, da Fortschritte in einer Stufe die Entwicklung der jeweils anderen unmittelbar beschleunigen.



Ausbaustufe 1: Souveräne Weltraumlogistik als das Verkehrssystem zwischen Erde und Orbit

Jeder Wirtschaftsraum benötigt Infrastruktur. Die grundlegende Infrastruktur der Orbital Economy ist ein souveräner Zugang zum Weltraum ihre grundlegende Infrastruktur. Ohne einen unabhängigen, wirtschaftlich wettbewerbsfähigen und flexibel verfügbaren Zugang zum All bleiben alle nachgelagerten Wertschöpfungsstufen dauerhaft von außereuropäischen Akteuren abhängig, von Orbital Computing bis hin zur Produktion im Weltraum oder Satellitenkonstellationen.

Europa befindet sich heute in einer kritischen Transformationsphase. Der globale Launch-Markt wird von wenigen Unternehmen dominiert, während europäische Trägersysteme wirtschaftlich und operativ unter erheblichem Wettbewerbsdruck stehen. Gleichzeitig entstehen mit wiederverwendbaren Trägersystemen und Raumflugzeugen völlig neue Transportkonzepte, die den Zugang zum All grundlegend verändern. Das Ziel muss deshalb über die Entwicklung einzelner Raketen hinausgehen. Europa benötigt eine leistungsfähige Orbital Transport Infrastructure als integriertes Transportsystem für Menschen, Satelliten, Fracht und künftig auch industrielle Güter zwischen Erde und Orbit. Konkret braucht Europa:

- **Europäische Responsive-Space-Fähigkeit:** Entwicklung hochgradig wiederverwendbarer Trägersysteme mit drastisch verkürzten Vorbereitungszeiten. Ziel ist eine europäische Responsive-Space-Fähigkeit, die Starts innerhalb weniger Stunden oder Tage ermöglicht und damit sowohl kommerzielle als auch sicherheitsrelevante Missionen flexibel unterstützt. Ergänzend sind europäische Startinfrastrukturen – von Microlaunchern bis hin zu Schwerlastsystemen – konsequent auszubauen.
- **Das europäische Raumflugzeug:** Entwicklung eines horizontal startenden und landenden Raumflugzeugs als zweite Säule der europäischen Weltraumlogistik. Raumflugzeuge ermöglichen einen regelmäßigen Hin- und Rücktransport von Menschen und Gütern, schaffen geschlossene Lieferketten zwischen Erde und unterschiedlichen Orbits und bilden die Voraussetzung für industrielle Produktions- und Logistikprozesse im Weltraum. Langfristig können sie zugleich neue Märkte wie Point-to-Point-Transport sowie hyperschallschnelle Mobilität erschließen.

SPRIND wird die Entwicklung der nächsten Generation europäischer Raumtransportsysteme unterstützen, die einen souveränen, wirtschaftlichen und hochflexiblen Zugang zum Weltraum ermöglichen und gleichzeitig die Grundlage für eine zukünftige Orbital Economy schaffen.

Erwartete Wirkung

Der Aufbau einer europäischen Orbital Transport Infrastructure stärkt Europas Souveränität durch einen unabhängigen Zugang zum All, schafft Wohlstand durch neue industrielle Wertschöpfung entlang der gesamten Transportkette und erhöht die Sicherheit durch resiliente, schnell verfügbare Raumtransportkapazitäten für zivile und militärische Anwendungen.

Ausbaustufe 2: Das digitale Nervensystem der Orbital Economy

Jede erfolgreiche Volkswirtschaft basiert auf einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur. In der Orbital Economy übernehmen Satellitenkommunikation, Navigation und Erdbeobachtung diese Rolle. Sie bilden das digitale Nervensystem Europas und sind die Grundlage für industrielle Wertschöpfung, Mobilität, Energieversorgung sowie zivile und militärische Sicherheit.

Europa verfügt mit Galileo und Copernicus über weltweit führende Systeme in den Bereichen Navigation und Erdbeobachtung. Gleichzeitig verändern großskalige Satellitenkonstellationen, Künstliche Intelligenz, Software-defined Satellites und Very Low Earth Orbit (VLEO) die Architektur der digitalen Infrastruktur grundlegend. Während die USA und China diese Entwicklung mit hohem Tempo vorantreiben, besteht insbesondere bei der satellitengestützten Kommunikation erheblicher Nachholbedarf. Europa muss deshalb den nächsten Entwicklungsschritt vollziehen und folgende souveräne, resiliente und KI-native digitale Infrastruktur im Orbit aufbauen:

- **Europäisches Satelliteninternet:** Aufbau eines souveränen europäischen Satelliteninternet-Ökosystems als resiliente Alternative zu außereuropäischen Kommunikationsplattfor-

men. Neben institutionellen Programmen wie IRIS² müssen kommerzielle NewSpace-Unternehmen konsequent eingebunden werden, um bis Ende des Jahrzehnts eine wirtschaftlich tragfähige und sicherheitspolitisch belastbare Kommunikationsinfrastruktur aufzubauen.

- **KI-native Erdbeobachtung:** Transformation der Erdbeobachtung von der Datenerfassung zur Echtzeit-Informationsgewinnung. Europa sollte Software-defined Sensors, KI-gestütztes On-Board-Processing, Edge Computing und autonome Datenfusion gezielt entwickeln, so dass Satelliten künftig nicht nur Bilder liefern, sondern Ereignisse selbstständig erkennen, priorisieren und nahezu in Echtzeit verwertbare Informationen für Wirtschaft, Verwaltung und Sicherheit bereitstellen.
- **Navigation der nächsten Generation:** Weiterentwicklung von Galileo zu einem hochpräzisen und resilienten Positionierungs-, Navigations- und Zeitdienst (PNT). Durch die Kombination von MEO- und LEO-Satelliten, terrestrischen 5G-/6G-Netzen, Quantensensorik und KI-gestützter Signalverarbeitung soll eine zentimetergenaue Positionierung sowie ein robuster Schutz gegen Spoofing-, Jamming- und Cyberangriffe erreicht werden.
- **Europäischer VLEO Layer:** Der VLEO entwickelt sich zu einer neuen Infrastruktur-Ebene der Orbital Economy. Durch die geringe Flughöhe ermöglicht er hochauflösende Erdbeobachtung, latenzarme Kommunikation, präzisere Navigationsdienste sowie leistungsfähige KI-Anwendungen direkt im Orbit. Europa sollte frühzeitig eine eigenständige VLEO-Strategie entwickeln und gezielt in wiederauffüllbare Konstellationen, Software-defined Satellites, rekonfigurierbare Nutzlasten sowie hochautonome On-Board-Systeme investieren. Ziel ist der Aufbau eines intelligenten, hochdynamischen Infrastruktur-Layers für zivile, industrielle und sicherheitsrelevante Anwendungen.
- **Orbital Traffic Management als Verkehrsleitsystem der Orbital Economy:** Mit dem Aufbau kommerzieller Raumstationen, Megakonstellationen, In-Orbit-Servicing und orbitaler Logistik entwickelt sich der Erdorbit zu einem hochfrequentierten Verkehrsraum. Europa muss deshalb frühzeitig eigene Fähigkeiten im Bereich Space Situational Awareness (SSA) und Space Traffic Management (STM) aufbauen. Ziel ist ein integriertes Weltraumlagebild, das Satelliten, Raumfahrzeuge, Weltraumschrott und natürliche Objekte kontinuierlich erfasst, Kollisionen vorhersagt und den sicheren Betrieb orbitaler Infrastrukturen gewährleistet. Langfristig wird Orbital Traffic Management zu einer ebenso selbstständlichen öffentlichen Infrastruktur wie die Flugsicherung im Luftverkehr.

SPRIND wird die Entwicklung der nächsten Generation digitaler Weltrauminfrastruktur für Kommunikation, Navigation und Datenverarbeitung als Fundament einer souveränen europäischen Orbital Economy unterstützen.

Erwartete Wirkung

Der Aufbau einer souveränen digitalen Weltrauminfrastruktur stärkt Europas Souveränität durch unabhängige Kommunikations-, Navigations- und Datenplattformen. Er schafft Wohlstand durch neue datengetriebene Geschäftsmodelle, KI-Anwendungen und digitale Dienste entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Gleichzeitig erhöht er die Sicherheit durch resiliente Informations-, Führungs- und Entscheidungsfähigkeit in Krisen- und Verteidigungsszenarien.

Ausbaustufe 3: Industrielle Wertschöpfung der Orbital Economy

Mit dem Aufbau physischer und digitaler Infrastruktur entsteht erstmals die Grundlage für eine eigenständige industrielle Wertschöpfung im Weltraum. Der LEO entwickelt sich von einem wissenschaftlichen Experimentierraum zu einem dauerhaft wirtschaftlich genutzten

Produktions- und Dienstleistungsraum. Kommerzielle Raumstationen, robotergestützte Dienstleistungen, Orbital Computing und Fertigung in der Schwerelosigkeit bilden die industrielle Basis einer europäischen Orbital Economy.

Jede Volkswirtschaft entwickelt sich entlang derselben vier Wertschöpfungsstufen: Infrastruktur, Daten, Produktion und Kreislaufwirtschaft. Genau diese Architektur entsteht nun erstmals auch im Weltraum. Europa kann und muss folgende Bereiche aktiv mitzugestalten:

- **Industrielle Infrastruktur der Orbital Economy:** Kommerzielle Raumstationen, In-Orbit-Services sowie Transport- und Rückführsysteme bilden künftig die industrielle Infrastruktur der Orbital Economy. Europa muss deshalb bis 2030 eigene kommerzielle Plattformen, Logistiksysteme und Servicemärkte aufbauen. Gleichzeitig bedarf es eines regulatorischen Rahmens, der geistiges Eigentum schützt und kommerzielle Geschäftsmodelle im Orbit gezielt fördert.
- **Orbital Computing als Europas nächste Dateninfrastruktur:** Die nächste Generation digitaler Infrastruktur entsteht nicht ausschließlich auf der Erde. Daten werden bereits heute im Weltraum erzeugt, übertragen und genutzt. Der nächste logische Schritt ist ihre Verarbeitung direkt im Orbit. Europa sollte deshalb Orbital Computing mit KI-Rechenzentren als strategische Infrastruktur im All etablieren, einer europäischen Industrial Space Data Cloud und einer sicheren Kommunikationsarchitektur auf Basis von Post-Quantum-Kryptografie. Ziel ist es, die digitale Wertschöpfung der Orbital Economy in Europa zu verankern.
- **Mikrogravität als neuer Produktionsfaktor:** Schwerelosigkeit entwickelt sich vom Forschungsumfeld zu einem industriellen Produktionsfaktor. Sie ermöglicht Herstellungsverfahren, die auf der Erde physikalisch nicht oder nur mit erheblichen Einschränkungen realisierbar sind. Europa sollte diese Potenziale gezielt für Pharma, Biotechnologie, Halbleiter, Werkstoffe und Quantentechnologien erschließen und die industrielle Nutzung der Schwerelosigkeit zu einem strategischen Innovationsfeld entwickeln.
- **Zirkuläre Orbital Economy:** Mit der Industrialisierung des Weltraums und hoher Investitionskosten entsteht auch die Notwendigkeit geschlossener Wertschöpfungsketten. Satelliten und Raumfahrzeuge müssen künftig gewartet, repariert, modernisiert, betankt und recycelt werden können. Europa sollte deshalb frühzeitig Märkte für In-Orbit Servicing, Assembly and Manufacturing (ISAM) aufbauen und die dafür erforderlichen robotischen, autonomen und logistischen Fähigkeiten entwickeln. Diese Technologien bilden die Grundlage einer nachhaltigen industriellen Präsenz im Weltraum und eröffnen langfristig den Zugang zu orbitaler Energieerzeugung sowie extraterrestrischen Ressourcen.

SPRIND wird die Entwicklung industrieller Schlüsseltechnologien und Geschäftsmodelle unterstützen, die Europa zum Gestalter einer souveränen Orbital Economy machen.

Erwartete Wirkung

Die industrielle Wertschöpfung im Orbit stärkt Europas Souveränität durch unabhängige Produktions- und Dienstleistungskapazitäten, schafft Wohlstand durch neue Märkte und industrielle Leitbranchen und erhöht die Sicherheit durch resiliente Technologien mit hohem Dual-Use-Potenzial.

Ausbaustufe 4: Expansion der Orbital Economy in den cislunaren Raum

Nach dem Aufbau physischer und digitaler Infrastruktur sowie industrieller Wertschöpfung im LEO beginnt die nächste Entwicklungsstufe der Orbital Economy: ihre Expansion in den sog. cislunaren Raum und auf den Mond. Der Raum zwischen Erde und Mond entwickelt sich zu einem neuen strategischen Wirtschaftsraum für Logistik, Energieversorgung, Rohstoffgewinnung, Infrastruktur und langfristig auch für menschliche Präsenz.

Die USA und China verfolgen mit hoher Geschwindigkeit langfristige Programme zum Aufbau einer dauerhaften cislunaren Infrastruktur. Europa kann und muss diese Entwicklung aktiv mitgestalten und den Übergang vom Teilnehmer zum Gestalter einer cislunaren Wirtschaft folgendermaßen vollziehen:

- **Europäische cislunare Logistik:** Aufbau einer eigenständigen europäischen Transport- und Logistikarchitektur zwischen Erde, Mondorbit und Mondoberfläche. Dazu gehören leistungsfähige Transferfahrzeuge, modulare Lander, orbitale Logistik-Hubs sowie autonome Mobilitätssysteme für den Transport von Menschen, Fracht und wissenschaftlichen sowie industriellen Nutzlasten.
- **Autarke Mondinfrastruktur:** Entwicklung der Schlüsseltechnologien für dauerhaft nutzbare Infrastruktur auf der Mondoberfläche. Dazu zählen In-Situ Resource Utilization (ISRU), robotergestützter Regolith-3D-Druck, autonome Bau- und Explorationssysteme, kompakte Energieversorgung sowie eigenständige Kommunikations- und Navigationsnetze. Ziel ist der Aufbau hochautarker Systeme, die langfristig eine wirtschaftliche Nutzung des Mondes ermöglichen und gleichzeitig als Testfeld für zukünftige Deep-Space-Missionen dienen.

SPRIND wird die Entwicklung der Schlüsseltechnologien für eine souveräne europäische Präsenz im cislunaren Raum als nächste Ausbaustufe der Orbital Economy unterstützen.

Erwartete Wirkung

Die Expansion der Orbital Economy in den cislunaren Raum stärkt Europas Souveränität durch eine unabhängige Präsenz jenseits des LEO. Sie schafft Wohlstand durch neue industrielle Märkte für Logistik, Infrastruktur und Ressourcen und erhöht die Sicherheit durch technologische Führungspositionen in einem geopolitisch zunehmend relevanten Raum.

Ausbaustufe 5: Deep Space als Innovationsmotor für die Erde

Jede industrielle Revolution wird durch einen technologischen Nordstern vorangetrieben. Für die Orbital Economy übernimmt der Deep Space und insbesondere der Mars diese Rolle. Die extremen Bedingungen interplanetarer Missionen erzwingen Technologien, die höchste Autonomie, maximale Ressourceneffizienz und vollständig geschlossene Kreisläufe ermöglichen. Was für den Mars entwickelt wird, kann unmittelbar zur Lösung zentraler Herausforderungen auf der Erde beitragen. Der Deep Space ist deshalb kein fernes Zukunftsprojekt, sondern das weltweit anspruchsvollste Innovationslabor. Europa sollte diese Entwicklung gezielt nutzen, um Sprunginnovationen für Energie, Ressourcenmanagement, Robotik, Künstliche Intelligenz und nachhaltige Industrieprozesse hervorzubringen:

- **Deep Space als Technologieplattform:** Europa sollte gezielt Technologien entwickeln, die unter den extremen Bedingungen des Deep Space funktionieren: vollständig geschlossene Lebens- und Ressourcenkreisläufe, hochautonome Robotik, intelligente Energieversorgung sowie KI-basierte Betriebs- und Wartungssysteme. Diese Technologien bilden neben dem verstärkten Einsatz von Robotikanwendungen die Grundlage langfristiger

menschlicher Präsenz im Weltraum und zugleich die nächste Generation nachhaltiger industrieller Systeme auf der Erde.

- **Deep-Tech Transfer zur Erde:** Deep-Space-Technologien sollten systematisch in europäische Schlüsselindustrien transferiert werden. Geschlossene Life-Support-Systeme können neue Maßstäbe für Wasser-, Energie- und Stoffkreisläufe setzen. Autonome Robotik und KI stärken Logistik, Landwirtschaft und industrielle Fertigung. Fortschrittliche Energiesysteme erhöhen die Resilienz dezentraler Infrastrukturen, während In-Situ Resource Utilization (ISRU) neue Ansätze für Kreislaufwirtschaft, Rohstoffeffizienz und Dekarbonisierung eröffnet. Ziel ist es, den Deep Space zu einem langfristigen Innovationsmotor für Europas nachhaltige Transformation zu machen.

SPRIND wird die Entwicklung radikaler Deep-Space-Technologien mit unmittelbarem Nutzen für Europas industrielle Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und Resilienz unterstützen.

Erwartete Wirkung

Deep-Space-Technologien stärken Europas Souveränität durch technologische Führungspositionen in strategischen Schlüsseltechnologien. Sie schaffen Wohlstand durch radikale Innovationen mit breiter industrieller Anwendbarkeit und erhöhen die Sicherheit durch hochautarke, resiliente Systeme für kritische Infrastrukturen auf der Erde und im Weltraum.

DIE INDUSTRIELLE DIVIDENDE DER ORBITAL ECONOMY

Der Aufbau einer europäischen Orbital Economy schafft nicht nur einen neuen Wirtschaftsraum im Weltraum. Er transformiert gleichzeitig die industrielle Basis Deutschlands und Europas. Raumfahrt entwickelt sich damit von einer eigenständigen Hochtechnologiebranche zum Enabler nahezu aller Schlüsselindustrien. Die eigentliche wirtschaftliche Wirkung entsteht nicht allein durch Raumfahrtunternehmen, sondern durch den Transfer orbitaler Technologien, Daten und Infrastrukturen in bestehende Wertschöpfungsketten.

Wie frühere industrielle Revolutionen entfaltet auch die Orbital Economy ihre größte Wirkung über Spill-over-Effekte. Jeder Euro, der in Raumfahrt investiert wird, erzeugt entlang hochspezialisierter Lieferketten zusätzliche Innovationen, neue Geschäftsmodelle und industrielle Wettbewerbsfähigkeit. Die Orbital Economy wird damit zum Multiplikator für Europas wirtschaftliche Stärke. Die industrielle Dividende der Orbital Economy zeigt sich insbesondere in fünf Schlüsselbereichen:

- **Vernetzte Mobilität und autonome Systeme:** Satellitenkommunikation, hochpräzise Navigation und globale Echtzeitdaten bilden die Grundlage autonomer Mobilität auf Straße, Schiene, See und in der Luft. Gleichzeitig entstehen resiliente Logistiknetzwerke für Industrie, Handel und Verteidigung.
- **Industrie 4.0 aus dem Orbit:** Orbital Computing, KI-gestützte Erdbeobachtung und Digitale Zwillinge ermöglichen neue Formen der Produktionssteuerung, vorausschauenden Wartung, Lieferkettenoptimierung und Ressourcenplanung. Die Orbital Economy wird damit zum digitalen Rückgrat einer vernetzten Industrie.
- **Neue Produktionsverfahren für Pharma und High-Tech-Materialien:** Die industrielle Nutzung der Schwerelosigkeit eröffnet neue Fertigungsprozesse für Pharma, Biotechnologie, Halbleiter, Quantentechnologien und Hochleistungswerkstoffe. Dadurch entstehen neue Leitmärkte mit erheblichem Wertschöpfungspotenzial für Europa.
- **Nachhaltigkeit durch Deep-Space-Technologien:** Geschlossene Ressourcenkreisläufe, autonome Energieversorgung, intelligente Robotik und In-Situ-Ressourcennutzung wer-

den zunächst für den Weltraum entwickelt und anschließend auf Energieversorgung, Kreislaufwirtschaft, Landwirtschaft und industrielle Dekarbonisierung übertragen.

- **Neue Ressourcen und strategische Resilienz:** Langfristig eröffnet der cislunare Raum neue Optionen für Energieversorgung, Rohstoffgewinnung und industrielle Versorgungssicherheit. Europa sollte deshalb frühzeitig die technologischen und regulatorischen Voraussetzungen schaffen, um zukünftige Wertschöpfungsketten aktiv mitzugestalten.

SPRIND ALS ARCHITEKT NEUER MÄRKTE DER ORBITAL ECONOMY

Der Aufbau einer europäischen Orbital Economy wird nicht allein durch Forschung oder klassische Förderprogramme gelingen. Er erfordert Sprunginnovationen, neue Märkte und unternehmerische Ökosysteme, die bestehende technologische und wirtschaftliche Entwicklungspfade bewusst verlassen.

Europa verfügt mit der ESA und nationalen Einrichtungen wie dem DLR über exzellente Institutionen für Forschung, Technologieentwicklung und die Umsetzung institutioneller Raumfahrtprogramme. Der Aufbau einer Orbital Economy stellt jedoch eine andere Herausforderung dar: Es geht nicht primär um die Entwicklung einzelner Technologien oder Missionen, sondern um die Entstehung neuer Märkte, industrieller Wertschöpfungsketten und privatswirtschaftlicher Geschäftsmodelle.

Genau hier liegt die Kernkompetenz der SPRIND. Sie versteht Raumfahrt nicht als isolierten Technologiesektor, sondern als Ausgangspunkt einer neuen industriellen Wertschöpfungsordnung. Ihre Aufgabe besteht darin, technologische Durchbrüche zu ermöglichen, privates Kapital zu mobilisieren und unternehmerische Ökosysteme aufzubauen, bevor entsprechende Märkte etabliert sind. SPRIND ergänzt damit die Arbeit von ESA und DLR um eine Dimension, die bislang im europäischen Innovationssystem nur begrenzt adressiert wird: den systematischen Übergang von Technologie zu einem wettbewerblichen Markt.

SPRIND kann bei der Entwicklung der Orbital Economy eine Schlüsselrolle übernehmen. Mit ihrem Challenge-Ansatz besitzt sie die Möglichkeit, technologische Durchbrüche zu beschleunigen, private Investitionen zu mobilisieren und den Aufbau einer europäischen Orbital Economy entscheidend voranzutreiben. Mit der Orbital Bioworks Challenge wurden bereits erste wichtige Impulse gesetzt. Darauf aufbauend kann SPRIND ein langfristiges Portfolio missionsorientierter Challenges etablieren, das die fünf Ausbaustufen der Orbital Economy adressiert und gezielt neue Märkte, Unternehmen und industrielle Wertschöpfung in Europa entstehen lässt.