

4 Luft- und Raumfahrt

Zusammenfassung

Luft- und Raumfahrt zählen heute zu den zentralen Zukunftstechnologien und stehen gleichermaßen für wissenschaftlichen Fortschritt, technologische Souveränität und gesellschaftlichen Nutzen. Investitionen in Forschung und Entwicklung sind daher entscheidend: In der Luftfahrt geht es um klimaneutrales Fliegen, sichere Mobilität und Wettbewerbsfähigkeit. In der Raumfahrt um globale Konnektivität, Navigation, Erdbeobachtung, Sicherheit, Klimaschutz und Weltraumforschung. Beide Sektoren liefern essenzielle Beiträge zur Lösung zentraler Zukunftsaufgaben – national, europäisch und global. Luft- und Raumfahrt tragen so maßgeblich zur technologischen Innovationskraft Deutschlands bei. Zudem ist es wichtig, neue Abhängigkeiten zu erkennen, Verwundbarkeiten zu verringern und Resilienz zu stärken. Daher unterstreicht die Bundesregierung die strategische Bedeutung von Luft- und Raumfahrt auch in der Hightech Agenda Deutschland (HTAD).

Klimaneutralität und technologische Wettbewerbsfähigkeit sind zentrale Ziele der Luftfahrtspolitik der Bundesregierung. Mit der Luftfahrtstrategie und dem zivilen Luftfahrtforschungsprogramm LuFo VII fördert sie gezielt klimafreundliche, elektrische und wasserstoffbasierte Antriebe sowie industrielle Forschung und disruptive Technologien. Auch Reallabore, Testumgebungen und unbemannte Luftfahrtsysteme stehen im Fokus, um neue Anwendungen zu erproben und technologische Entwicklungen zu beschleunigen.

Die Erforschung des Universums erweitert beständig die Grenzen unseres Wissens und des technologisch Machbaren. Die Bundesregierung treibt die deutsche Raumfahrt gemeinsam mit europäischen und internationalen Partnern konsequent voran. Über die Deutsche Raumfahrtagentur im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) setzt die Bundesregierung ihre eigene Raumfahrtstrategie um. So werden Forschung, technologische Entwicklung, MINT-Bildung und neue Geschäftsmodelle gefördert. Deutschland gestaltet aktiv die Programme der Europäischen

Weltraumorganisation ESA, der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten EUMETSAT sowie der EU mit und kooperiert weltweit mit Raumfahrtorganisationen.

Dies umfasst sowohl die wissenschaftliche Erforschung des Weltraums durch Missionen, Sonden, Instrumente und Teleskope als auch den Betrieb leistungsfähiger Satellitensysteme für Kommunikation, Navigation, Sicherheit, Wettervorhersage, Klimaüberwachung und Umweltbeobachtung. Programme wie IRIS², Galileo und Copernicus schaffen eine verlässliche Infrastruktur für Internet, Navigation und Erdbeobachtung. Zudem stärkt die Bundesregierung gezielt den kommerziellen Raumfahrtsektor: von kleinen Trägerraketen bis hin zu neuen digitalen Anwendungen. Außerdem setzt sich die Bundesregierung für eine nachhaltige Nutzung des Weltraums ein.

Mit wachsender Nutzung steigt auch das Risiko im Weltraum. Deutschland überwacht mit Partnern die Weltraumlage, investiert in reaktionsfähige Satelliten und engagiert sich für internationale Regeln. Ziel ist ein freier, sicherer und nachhaltiger Zugang zum Weltraum.

4.1 Luftfahrtforschung

Die Luftfahrtbranche steht vor der Herausforderung, die Dekarbonisierung voranzutreiben, um bis 2050 Netto-null-CO₂-Emissionen zu erreichen. Gleichzeitig gilt es, langfristig technologische Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Dafür unterstützt die Bundesregierung gezielt die Entwicklung innovativer Technologien für moderne Flugzeuge und Triebwerke. Auch Sicherheit, Zuverlässigkeit und die intelligente Vernetzung des Luftverkehrs sollen weiter verbessert werden. Die **Luftfahrtstrategie der Bundesregierung** [↗](#) bildet dafür den politischen Rahmen und setzt Impulse für Forschung, Entwicklung und Innovation.

Neben der institutionellen **Luftfahrtforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)** [↗](#) ist das **Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung (LuFo)** [↗](#) für die Entwicklung des zivilen deutschen Flugzeugbaus von entscheidender Bedeutung. Im April 2024 startete mit Veröffentlichung des ersten von drei Programmaufrufen das siebte nationale zivile Luftfahrtforschungsprogramm Klima (LuFo VII). Mit drei Programmlinien werden disruptive Technologien für die klimaneutrale Luftfahrt, die industrielle Forschung und experimentelle Entwicklung ins Zentrum gestellt. Ziel des „LuFo Klima VII-1“ ist die signifikante Reduzierung von Klimawirkungen der Luftfahrt durch luftfahrtindizierte Treibhausgase und Nicht-CO₂-Effekte. Ergebnisse können unmittelbar an die Initiative der Europäischen Kommission zu Monitoring, Verifikation und Reporting (MRV) von Nicht-CO₂-Klimaeffekten der Luftfahrt anknüpfen. Die Entwicklung von Technologien für die Nutzung alternativer Energieträger auf Basis von Wasserstoff fördert der Schwerpunkt „LuFo Klima VII-1 KTF“.

Mit gesonderten Aufrufen – zuletzt im April 2025 – wird zudem die internationale Kooperation gefördert. Eng eingebunden in die europäischen Kooperationsstrukturen orientiert sich die LuFo-Förderung an der Strategischen Forschungs- und Innovationsagenda (engl. Strategic Research and Innovation Agenda; SRIA) des **Europäischen Luftfahrtforschungsbeirats** [↗](#) (engl. Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe;

ACARE) zur Umsetzung der **europaweiten Luftfahrtstrategie Flightpath 2050** [↗](#).

Um die klimaneutrale Luftfahrt weiter voranzutreiben, müssen Technologien entwickelt und erprobt bereitstehen. Für die dafür notwendigen realitätsnahen Boden- und Flugtests wurde mit **„UpLift H2 Aviation“** [↗](#) eine Testumgebung mit Prüfständen und einem fliegenden Versuchslabor bereitgestellt. Diese wird im Rahmen des LuFo VII gefördert und steht der Luftfahrtbranche, insbesondere KMU und Start-ups, offen. Ergänzend wird kostenintensive FuE von Luftfahrtunternehmen über die Gewährung von Luftfahrt-Entwicklungs-Darlehen unterstützt.

Im Rahmen der zweiten Phase des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP II) fördert das BMV bis 2026 u. a. die Entwicklung von brennstoffzellenbasierten Antriebskonzepten für die Luftfahrt. Im Rahmen des **Gesamtkonzepts für Erneuerbare Kraftstoffe** [↗](#) unterstützt das BMV die Weiterentwicklung und den Markthochlauf dieser Kraftstoffe. Dazu zählt der Aufbau einer **Technologieplattform für die Entwicklung von Power-to-Liquid-Kraftstoffen (TPP)** [↗](#) für die Luftfahrt durch das DLR in Leuna (Sachsen-Anhalt). Das BMV hat die Planung und den Bau der TPP mit über 135 Mio. Euro gefördert und mit einem Förderbescheid in Höhe von etwa 157 Mio. Euro auch die Betriebsphase bis 2035 gesichert. Darüber hinaus fördert das BMV seit 2023 die klima- und umweltfreundliche Versorgung von Luftfahrzeugen mit Bodenstrom sowie seit 2026 zusätzlich auch mit vor-klimatisierter Luft (engl. pre-conditioned air; PCA) an Flughäfen.

Unbemannte Luftfahrtsysteme und elektrisch angetriebene Fluggeräte, die senkrecht starten und landen können (engl. electric vertical take-off and landing aircraft; eVTOL), verfügen über ein breites ziviles und militärisches Anwendungsspektrum. Ob in der Logistik, für Sicherheitsaufgaben, für medizinische Transporte, Vermessung, Inspektionen, Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft oder Luftrettung. Mit dem Aktionsplan Unbemannte Luft-

fahrtsysteme und innovative Luftfahrtkonzepte, dem Konzept Einrichtung von U-Spaces in Deutschland und der Advanced-Air-Mobility-Strategie des BMV verfolgt die Bundesregierung u. a. die Ziele, Deutschlands Position als Leitmarkt in der Drohnen-ökonomie in Europa zu festigen und automatisierte und ferngesteuerte Drohnen und Flugtaxi zur Anwendungsreife zu bringen.

Parallel werden Testfelder und Reallabore zur Erprobung von Drohnen und Flugtaxi – wie das **Nationale Erprobungszentrum für Unbemannte Luftfahrtsysteme** in Cochstedt (Sachsen-Anhalt) – auf- und ausgebaut, um die unbemannte Luftfahrt sicher in bestehende Luftraumstrukturen zu integrieren, Technologieentwicklung voranzutreiben und den regulatorischen Anpassungsbedarf zu identifizieren.

Maßnahmen der Projektförderung (Auswahl)

FuE-Vorhaben im Rahmen des siebten nationalen zivilen Luftfahrtforschungsprogramms – 1. Programmaufruf (LuFo Klima VII-1)

Das BMWE fördert FuE-Vorhaben zu einer klimaneutralen Luftfahrt und zur Reduzierung des Material- und Ressourcenverbrauchs, um zur Reduzierung von Klimawirkungen der Luftfahrt beizutragen.

Alternative Technologien für die klima- und umweltfreundliche Versorgung von Luftfahrzeugen mit Bodenstrom an Flughäfen

Das BMV fördert sowohl Investitionen in den als auch FuEuI-Vorhaben zum Einsatz alternativer Technologien zur Deckung des Strombedarfs von Flugzeugen am Boden, um Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen zu vermeiden und die Lärmbelastung zu minimieren.

4.2 Deutsche Raumfahrt in Europa

Deutschland verfolgt seine Raumfahrtaktivitäten fest eingebunden in die europäischen Strukturen und treibt die Erforschung des Weltraums insbesondere durch seine zentrale Rolle in der Europäischen Weltraumorganisation (engl. European Space Agency; ESA) voran. Dabei trägt die Bundesregierung der gestiegenen Relevanz der Raumfahrt Rechnung – als Zukunftstechnologie, als Innovationsmotor mit ihren vielfältigen Anwendungspotenzialen, als Feld wissenschaftlicher Spitzenforschung, als dynamischer Wachstumsmarkt und hinsichtlich ihrer sicherheitspolitischen Bedeutung für die staatliche Handlungsfähigkeit und die technologische Souveränität im neuen Systemwettbewerb.

Raumfahrtstrategie der Bundesregierung

Die **Raumfahrtstrategie der Bundesregierung** [↗](#) – ergänzt durch die Weltraumsicherheitsstrategie – bildet den strategischen Überbau für Deutschlands Aktivitäten im All. Die 2023 verabschiedete Neuausrichtung definiert die politischen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Ziele der deutschen Raumfahrtspolitik bis 2030. Mit ihrer Raumfahrtstrategie treibt die Bundesregierung insbesondere Wettbewerbsfähigkeit und Innovation, die Bekämpfung des Klimawandels, die Verfügbarkeit und Nutzung von Daten, die verantwortungsvolle Nutzung des Weltraums, Exzellenz in Wissenschaft und Forschung, Souveränität und Sicherheit sowie die europäische und internationale Kooperation voran. Dazu zählen u. a. Investitionen in die Erdbeobachtung, in die Satellitenkommunikation, in die Verbesserung der Sicherheit und Nachhaltigkeit der Raumfahrt, in Raumfahrtinfrastrukturen und in die Erforschung des Weltraums.

Die Umsetzung der Raumfahrtstrategie erfolgt auf nationaler und europäischer Ebene u. a. durch die Deutsche Raumfahrtagentur im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Raumfahrtprogramm für Innovation und internationale Kooperation (RIKO), die Beteiligung an der ESA, an EUMETSAT

und am EU-Weltraumprogramm sowie durch die Beteiligung des DLR an Projekten im Rahmen des **Europäischen Verteidigungsfonds EVF** [↗](#) (engl. European Defence Fund; EDF).

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Die **Deutsche Raumfahrtagentur im DLR** [↗](#) nimmt für die Bundesregierung hoheitliche Aufgaben auf dem Gebiet der Raumfahrt eigenverantwortlich wahr, vertritt deren Interessen gegenüber der Europäischen Raumfahrtagentur ESA sowie im internationalen Rahmen und setzt die Raumfahrtstrategie der Bundesregierung um. Entsprechend den Maßgaben der Raumfahrtstrategie der Bundesregierung vergibt die Raumfahrtagentur über das RIKO (Raumfahrtprogramm für Innovation und internationale Kooperation) eigenverantwortlich Fördermittel und deckt mit Aufträgen die Raumfahrtbedarfe des deutschen Staates. In Abstimmung mit Wissenschaft, Industrie und der ESA führt die Deutsche Raumfahrtagentur Programme und Missionen zur Weltraumforschung durch und trägt durch die Förderung des Technologietransfers zum Ausbau der technologischen Kompetenzen und zur Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie bei.

Im Rahmen der institutionellen Forschung entwickeln und erproben die mehr als 20 der Raumfahrt zugeordneten Institute des forschenden **DLR** [↗](#) innovative Raumfahrttechnologien und streben zielgerichtet nach neuen Erkenntnissen. Dabei stehen Fragen der Sicherheit, Resilienz und Nachhaltigkeit der Raumfahrt im Mittelpunkt, u. a. bei der Entwicklung wiederverwendbarer Trägerraketen und Raumtransportanwendungen sowie bei der Entwicklung und Erprobung grüner Treibstoffe. Das jüngste, 2025 gegründete DLR-Institut für Weltraumforschung bündelt Kompetenzen im Bereich optische Sensorsysteme und deren Einsatz in der Planetenforschung, Erdbeobachtung und Sicherheit.

Strukturen, Akteure und Programme der europäischen Raumfahrt

Die **Europäische Weltraumorganisation ESA** [↗](#) ist mit heute 23 Mitgliedstaaten der zentrale Akteur zur Koordination der europäischen Raumfahrtaktivitäten. Um innovative und anspruchsvolle Raumfahrtsysteme realisieren, komplexe und langfristig angelegte Missionen durchführen und große Betriebseinrichtungen aufbauen und betreiben zu können, bündelt die ESA seit ihrer Gründung 1975 die technologischen Fähigkeiten und Kapazitäten der Mitgliedstaaten, treibt die technologische Entwicklung der europäischen Raumfahrtindustrie voran und schafft die technologische Grundlage für die Entwicklung nachgelagerter Märkte. Die ESA deckt mit den Bereichen Wissenschaft, astronautische Raumfahrt und Exploration, Schutz der weltraum- und erdgestützten Infrastruktur vor Gefahren aus dem Weltraum, Telekommunikation, Erdbeobachtung, Navigation, Raumtransport und Technologie ein zeitgemäß breites Spektrum ab.

Das geschätzte Budget der ESA betrug 2025 rund 8,3 Mrd. Euro, woran sich die Bundesregierung mit etwas mehr als 1,1 Mrd. Euro beteiligt, die über Aufträge der ESA an die deutsche Industrie zurückfließen. Als Basis für die Investitionsentscheidungen dient auf deutscher Seite die Raumfahrtstrategie der Bundesregierung. Mit der 2025 veröffentlichten „**Strategy 2040**“ [↗](#) hat die ESA ihre Ziele für die kommenden 15 Jahre festgelegt. Im Mittelpunkt sollen u. a. der Schutz unseres Planeten und des Klimas, die Erforschung des Weltraums sowie die Stärkung der europäischen Autonomie und Resilienz, von Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit sowie des europäischen Raumfahrtökosystems stehen. Die Erhaltung des unabhängigen Zugangs Europas zum Weltraum ist ein zentrales Ziel der Strategie. Zur Durchführung komplexer Missionen, wie im Bereich der Weltraumexploration, arbeitet die ESA mit Raumfahrtagenturen auf der ganzen Welt zusammen.

In enger Kooperation mit der ESA beauftragt und betreibt die zwischenstaatliche europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten EUMETSAT seit 1986 europäische operationelle Erdbeobachtungssatelliten zur Wetter-, Klima- und Umweltüberwachung und fördert deren wissenschaftliche und operationelle Anwendung. Die meteorologischen EUMETSAT-Programme werden in enger

Kooperation mit der ESA durchgeführt, die im Rahmen der Kooperation zuständig ist für die Konzeption, die Entwicklung sowie den Bau der Satelliten und als Beschaffungsagentur für die Nachbauten agiert.

In Zusammenarbeit mit der ESA setzt die Europäische Union ihre Raumfahrtpolitik durch ihr Weltraumprogramm (engl. **EU Space Programme** [↗](#)) im Zeitraum von 2021 bis 2027 um. Das EU-Weltraumprogramm ist ziviler Natur und auf gesellschaftliche Bedürfnisse ausgerichtet. Es umfasst das Erdbeobachtungsprogramm Copernicus, die Satellitennavigationsprogramme Galileo und EGNOS, die Darstellung der Weltraumlage zur Überwachung von Weltraumgefahren (engl. Space Situational Awareness; SSA) sowie das EU-Programm für eine satellitengestützte Kommunikation GOVSATCOM (Governmental Satellite Communications). Die **Agentur der Europäischen Union für das Weltraumprogramm** [↗](#) (engl. European Union Agency for the Space Programme; EUSPA) verwaltet das Weltraumprogramm der EU und fördert zudem die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der vor- und nachgelagerten Raumfahrtindustrie in der EU mit einem Schwerpunkt auf KMU und Start-ups. Zusätzlich zu den Aktivitäten des EU-Weltraumprogramms werden Entwicklungen von Raumfahrttechnologien und -anwendungen innerhalb des EU-Forschungsrahmenprogramms „Horizont Europa“ umgesetzt.

4.3 Erforschung und Exploration des Weltraums

Weltraumteleskope, Sonden und Missionen sowie die Internationale Raumstation (engl. International Space Station; ISS) sind zusammen mit erdgebundenen Observatorien und anderen Forschungsinfrastrukturen auf der Erde von zentraler Bedeutung für die Erforschung und die Exploration des Weltraums (→ **9.2 Forschungsinfrastrukturen**). Aufgrund ihres Umfangs sowie ihrer Komplexität werden diese Projekte im Rahmen von europäischer und internationaler Kooperation entwickelt und betrieben. Insbesondere die ESA und weitere internationale Agenturen (z. B. NASA oder JAXA sowie für die erdgebundenen Observatorien die Europäische Südsternwarte ESO) nehmen mit ihren Wissenschaftsprogrammen eine besondere Rolle ein.

Astrophysik mit Weltraumteleskopen

Weltraumteleskope nutzen die einzigartigen Bedingungen außerhalb der Erdatmosphäre, um Universum und Materie zu erforschen. Das **James-Webb-Weltraumteleskop** ↗ (engl. James Webb Space Telescope; JWST), ein Gemeinschaftsprojekt der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA, der kanadischen Raumfahrtagentur CSA und der ESA, nimmt seit 2022 vor allem leuchtende Objekte und Galaxien in den Blick, die unmittelbar nach dem Urknall entstanden sind. Damit soll das Verständnis der Entstehungs- und Strukturbildungsprozesse im Universum verbessert werden.

Als Teil des **ESA-Programms „Cosmic Vision 2015–2025“** ↗ beobachtet das **Weltraumteleskop „Euclid“** ↗ seit 2023 Milliarden von Galaxien und Galaxienhaufen in bis zu zehn Milliarden Lichtjahren Entfernung. So soll die Geschichte der Ausdehnung und des Wachstums der großen Strukturen im Universum unter dem Einfluss der Schwerkraft, der Dunklen Materie und der Dunklen Energie erforscht werden. Mit der Mission „PLATO (Planetary transits and oscillation of stars)“ soll Anfang 2027 – unter deutscher Leitung – ein weiteres Weltraumteleskop im Rahmen von „Cosmic Vision“ starten. Das wissenschaftliche Ziel von PLATO ist der Nachweis von

erdähnlichen Exoplaneten in den habitablen Zonen sonnenähnlicher Sterne. Im Rahmen dieses Programms baut die ESA die Laser Interferometer Space Antenna „LISA“. Diese Mission – deren Start für 2035 geplant ist – wird die allererste Weltraummission sein, die das Universum anhand von Gravitationswellen anstatt von Licht erforschen will. Die deutsche Industrie spielt in LISA eine große Rolle als Hauptauftragnehmer für die ESA und auch für die Entwicklung der wissenschaftlichen Nutzlast.

Internationale Raumstation ISS und Forschung in Schwerelosigkeit

Deutschland zählt zu den 16 an der **Internationalen Raumstation ISS** ↗ beteiligten Ländern. Diese einzigartige Forschungsplattform bietet als „fliegendes Labor“ herausragende Möglichkeiten für Grundlagenforschung, angewandte Wissenschaft und Technologieerprobung. In der Schwerelosigkeit der Raumstation gewinnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einzigartige Erkenntnisse in Bereichen wie Astrophysik, Materialforschung, Quantenphysik, Biologie, Psychologie und Medizin. Die ISS ist so auch Treiber bei der Entwicklung von Schlüsseltechnologien und Anwendungen wie z. B. Quantensensorik, Robotik und individualisierte Gesunderhaltung der Menschen auf der ISS und auf der Erde. Deutsche Forscherinnen und Forscher sind und waren in einige Hundert europäische und national beigesteuerte Experimente auf der ISS eingebunden.

Erforschung und Exploration des Sonnensystems

Ein weiterer wichtiger Teil der **ESA-Missionen** ↗ zur Erforschung unseres Sonnensystems sind interplanetare Raumsonden. Beispielsweise hat die 2023 gestartete Mission JUICE (Jupiter icy moons explorer) die Erforschung der Jupiter-Eismonde Ganymed, Callisto und Europa zum Ziel. Unter der Eiskruste dieser Monde befinden sich wahrscheinlich Ozeane, in denen sogar Leben existieren könnte. Deutschland

beteiligt sich an sieben der zehn Instrumente, davon bei zweien in einer federführenden Rolle. Als Mitglied der ESA beteiligt sich Deutschland auch am **Artemis-Programm** [7](#) der NASA zur Erforschung von Mond und Mars. Das European Service Module, die Versorgungskapsel der US-amerikanischen Orion-Raum-schiffe der Artemis-Missionen, wird in Deutschland gebaut und ist Grundlage dafür, dass Astronautinnen und Astronauten zum Mond reisen können. Im Zuge des Artemis-Programms sollen in den nächsten

Jahren Menschen auf dem Mond landen und dort für längere Zeiträume arbeiten und leben. So sollen Module für die Mond-Raumstation Luna Gateway und das Orion-Raumschiff, das Astronautinnen und Astronauten zum Mond bringt, im Auftrag der ESA in Deutschland gebaut werden. Mit dem Mondkontrollzentrum wird zudem eine zentrale Bodeninfrastruktur in Deutschland für die Betreuung zukünftiger robotischer und astronautischer Explorationsmissionen, nicht nur im Rahmen von Artemis, geschaffen.

4.4 Nutzung des Weltraums

Die heutzutage allgegenwärtige Nutzung satellitenbasierter Daten und Dienste in den Anwendungsbereichen Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung hat sich als essenziell sowohl für den täglichen Nutzen der Bürgerinnen und Bürger als auch für die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit und die nationale Sicherheit erwiesen. Sie ist zudem Grundlage für Klima- und Nachhaltigkeitsforschung und die Krisenfrüherkennung. Als wichtige Infrastruktur leisten Satellitensysteme einen entscheidenden Beitrag für die Sicherung der technologischen Souveränität Deutschlands und Europas, für die außen- und sicherheitspolitische Urteils- und Handlungsfähigkeit und für die Gewährleistung der gesamtstaatlichen Sicherheitsvorsorge.

Satellitenkommunikation

Die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft beruht auf einer sicheren und widerstandsfähigen globalen Konnektivität. Vor dem Hintergrund der zunehmenden geopolitischen Spannungen und von Sabotageakten an Datenkabeln in internationalen Gewässern sowie der Konvergenz terrestrischer und nicht-terrestrischer Kommunikationsnetze steigt der kommerzielle und hoheitliche Bedarf an einer sicheren und widerstandsfähigen globalen Konnektivität auch und vor allem in Krisenzeiten, um staatliche Handlungsfähigkeit sicherzustellen. Mit dem Ziel der Stärkung der europäischen Souveränität und strategischen Autonomie im Weltraum baut die EU mit **IRIS²** [↗](#) (Infrastruktur für Resilienz, Interkonnektivität und Sicherheit durch Satelliten, engl. Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite) eine eigene Satellitenkommunikationsinfrastruktur auf.

Zur Umsetzung der IRIS²-Konstellation in öffentlich-privater Partnerschaft haben EU und ESA Ende 2024 Verträge mit dem Betreiberkonsortium unterzeichnet. IRIS² soll bis 2031 den Betrieb vollumfänglich aufnehmen und sichere Kommunikationsdienste für Regierungsbehörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben sowie für kritische Infrastruk-

turen der EU und ihrer Mitgliedstaaten bieten sowie über die industriellen Partner kommerzielle Breitbandverbindungen für Privatunternehmen und für europäische Bürgerinnen und Bürger bereitstellen. Das Anwendungsspektrum kommerzieller und hoheitlicher Satellitenkommunikationsdienste reicht vom mobilen und festen Breitbandzugang über Satellitenzugang für Verkehrsnetze und die Radiofunkversorgung bis hin zu staatlichen Anwendungen im Bereich Krisenmanagement und dem Schutz kritischer Infrastrukturen.

Neben IRIS² wird seit 2021 im Rahmen des EU-Programms **GOVSATCOM** [↗](#) (Governmental Satellite Communications) die Bündelung und das Teilen sicherer, robuster und kosteneffizienter Satellitenkommunikations-Kapazitäten auf Basis existierender nationaler und kommerzieller Infrastruktur für sicherheitskritische Missionen und staatliche Akteure der EU und ihrer Mitgliedstaaten, einschließlich nationaler Sicherheitsakteure, vorangetrieben. Ergänzt werden die europäischen Programme durch nationale Systeme wie den **Kommunikationssatelliten Heinrich Hertz** [↗](#).

Satellitenavigation

Mit **Galileo** [↗](#) hat die EU seit 2016 ein eigenes europäisches Satellitenavigationssystem aufgebaut, um unabhängig von GPS und anderen Systemen präzise Ortungsdienste bereitzustellen. Galileo-Satelliten übermitteln hochgenaue Zeit- und Positionssignale für zivile und kommerzielle Anwendungen wie Navigations-, Positions- und Zeitdienstleistungen. Diese kommen u. a. in den Bereichen Straßenverkehr und autonomes Fahren, Bahn-, Schiffs- und Flugverkehr, Land- und Forstwirtschaft sowie Vermessungswesen und Überwachung zum Tragen.

Mit dem **Galileo PRS** [↗](#) (Public Regulated Service) bietet Galileo ein besonders geschütztes, verschlüsseltes Navigationssignal für staatlich autorisierte Nutzer wie Katastrophenschutz, kritische Infrastrukturen und Militär. Die Entwicklung von Empfänger-technologien und die Errichtung der notwendigen

Sicherheitsinfrastruktur zur Nutzung des Galileo-PRS-Dienstes in Deutschland wird im Rahmen des nationalen Programms zur Förderung von Galileo PRS umgesetzt. Um insbesondere im Flugverkehr und perspektivisch auch im See- und Bahnverkehr die Präzision und Sicherheit von Navigationssignalen zu erhöhen, z. B. für autonome Landeverfahren oder das präzise Ansteuern von Hafeneinfahrten, wurde das regionale Ergänzungssystem für satellitengestützte Positionsbestimmung **EGNOS** ↗ (engl. European Geostationary Navigation Overlay Service) aufgebaut. Das System dient der Verbesserung der Genauigkeit und der Überwachung der Zuverlässigkeit von Signalen von Satellitennavigationssystemen. Es wird kontinuierlich weiterentwickelt.

Das **Navigation Innovation and Support Program (NAVISP)** ↗ der ESA fördert – mit Unterstützung der Bundesregierung – die Entwicklung innovativer Konzepte und Technologien für die gesamte Wertschöpfungskette im Bereich der Navigation sowie die Verbesserung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit in den Bereichen System, Ausrüstung, Anwendungen und Dienste. Im Rahmen des ESA-Programms LEO-PNT werden Technologien entwickelt und erprobt, mit denen Navigationssignale zukünftig auch aus dem niedrigen Erdorbit abgestrahlt werden können. Ziel ist der Aufbau eines hochrobusten Multi-Orbit-Navigationssystems. Auch dieses Programm wird von der Bundesregierung inhaltlich und finanziell unterstützt. Weiterhin wird in der ESA-Mission OpSTAR ein In-Orbit-Demonstrator für optische Verbindungen zwischen Satelliten umgesetzt. Die Mission besteht aus zwei Satelliten im mittleren Erdorbit (MEO), die bis 2028 gebaut und im Anschluss gestartet werden.

Erd- und Atmosphärenbeobachtung

Europas **Erdbeobachtungsprogramm Copernicus** ↗, ein Gemeinschaftsunternehmen der Europäischen Kommission und der ESA, dient der weitreichenden Sammlung, Aufbereitung und Auswertung von Fernerkundungsdaten der Erde mit ihren zahlreichen Ökosystemen. Die Copernicus-Dienste basieren primär auf den Beobachtungen der Sentinel-Satellitenkonstellation sowie auf Informationen weiterer nationaler und internationaler Satellitenmissionen. Dazu gehören der **Hyperspektralsatellit EnMAP** ↗ und die **Radarsatelliten TerraSAR-X/TanDEM-X** ↗,

das auf der ISS betriebene Spektrometer DESIS und die in Entwicklung befindliche Methanlidarmission MERLIN. Letztere wird wichtige Datengrundlagen für die Klimabeobachtung und -modellierung sowie Verifikation liefern. Diese Satellitendaten werden durch boden-, see- und luftgestützte Vor-Ort-Beobachtungen, sogenannte In-situ-Daten, ergänzt. Der Großteil der von Copernicus erstellten Daten, Analysen, Vorhersagen und Karten ist frei verfügbar und offen zugänglich. Die **EU-Initiative „Destination Earth“** ↗ nutzt neben den Copernicus-Daten auch Klima- und Erdsystemmodelle, In-situ-, sozioökonomische und weitere Daten, um ein hochpräzises digitales Modell der Erde zur Modellierung, Überwachung und Simulation von Naturphänomenen, Gefahren und menschlichen Aktivitäten zu entwickeln (➔ **7.1 Klimaforschung**).

Mit der Nationalen Copernicus-Integrationsmaßnahme (NCI) unterstützt die Bundesregierung mithilfe der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR die optimierte Nutzung von Copernicus-Daten und -Diensten zur Wahrnehmung staatlicher Aufgaben in Deutschland. Als Teil der Geoinformationsstrategie Deutschlands wurde mit der **Plattform CODE-DE** ↗ Behörden und deren Auftragnehmern ein zentraler Zugang zu Fernerkundungsdaten, insbesondere der Copernicus-Mission, geschaffen. Im Zuge des Rahmenvertrags **Innovative Fernerkundung für die Bundesverwaltung 2025–2028 (IF-Bund)** ↗ entwickelt und erprobt das DLR weitere Lösungsansätze für die Praxis.

Die **Europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten** ↗ (engl. European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites; EUMETSAT) mit Sitz in Darmstadt betreibt geostationäre und polarumlaufende Satelliten zur Beobachtung des Wettergeschehens und zur Überwachung von Atmosphärenprozessen sowie des Klimawandels. Die Daten werden auch für Wettervorhersagen der nationalen Wetterdienste genutzt. Neue Missionen überführen wissenschaftliche Programme der ESA in einen Routinebetrieb (z. B. **Arctic Weather Satellite** ↗ oder **Aeolus** ↗). Zudem übernimmt EUMETSAT im Auftrag des Copernicus-Programms den Betrieb einiger Satellitenkomponenten.

Weitere aktuelle ESA-Erdbeobachtungsmissionen umfassen u. a. die im Berichtszeitraum gestarteten bzw. im Betrieb befindlichen Earth-Explorer-Satelliten

CryoSat-2 ↗, **SMOS** ↗, **SWARM** ↗, **EarthCARE** ↗ und **Biomass** ↗ und den meteorologischen Demonstrator Arctic Weather Satellite. Diese Missionen liefern u. a. Daten zur polaren Eisbedeckung, zur Bodenfeuchte, zum Ozeansalzgehalt, zum Erdmagnetfeld, zu Wolkenbildungsprozessen, zum Zustand der Wälder sowie zur Verbesserung von Wettervorhersagen.

Eindämmung von Weltraumschrott

Da die Zahl aktiver Satelliten und Raumfahrtmissionen stetig zunimmt, wächst auch das Risiko von Kollisionen und damit die Menge an Trümmern in der Erdumlaufbahn. Eine langfristig tragfähige Nutzung des erdnahen Orbits erfordert daher Maßnahmen zur Eindämmung von Weltraumschrott als zentralen Bestandteil einer nachhaltigen Nutzung des Weltraums. Mit ihrem **Zero-Debris-Ansatz** ↗ verfolgt die ESA bis 2030 das Ziel, die technologischen Voraussetzungen zu schaffen, um bis 2030 Raumfahrt trümmerneutral durchzuführen. In Zusammenarbeit mit Raumfahrtunternehmen aus Deutschland und der Schweiz treibt

die ESA zudem die Entwicklung von Technologien zum aktiven Einfangen von Weltraumschrott und zur Sicherstellung dessen sicheren Wiedereintritts in die Erdatmosphäre (engl. Active Debris Removal; ADR) voran. Zudem wird an der Entwicklung vollständig verglühbare Satelliten sowie Möglichkeiten der Wartung und Instandsetzung von Weltraumobjekten (engl. On-Orbit Servicing; OOS) gearbeitet.

4.5 New Space – neue Geschäftsmodelle und Raumfahrt-Start-ups

Die Raumfahrt befindet sich im Wandel. Neben staatlichen Akteuren prägt zunehmend eine dynamische, privatwirtschaftlich getriebene Raumfahrtwirtschaft den Sektor. Unter dem Begriff „New Space“ wird diese Entwicklung hin zu marktorientierten, innovationsstarken und risikobereiten Unternehmen gefasst. Die wachsende Zahl privater Akteure birgt erhebliches wirtschaftliches Potenzial – auch und besonders für ein Hochtechnologieland wie Deutschland.

Mit dem gezielten Kauf von New-Space-Daten der Planet Labs GmbH und der beiden deutschen Start-ups **OroraTech GmbH** [↗](#) und **constellr GmbH** [↗](#) will die Bundesregierung über die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR die Unternehmen bei der Markterschließung unterstützen. Die Daten werden für wissenschaftliche Zwecke über die Plattform CODE-DE kostenfrei bereitgestellt, um neue Anwendungen zu entwickeln und Expertise aufzubauen. Die Datenverträge sollen damit den Wissenstransfer in der deutschen Community fördern, die Nutzung der Daten erhöhen und die Sichtbarkeit der Anbieter verbessern.

In der Vergangenheit konnten kleine Nutzlasten wie Kleinsatelliten nur in Kombination mit großen Satelliten oder speziellen Weltraummissionen ins All gebracht werden. Mit dem **Programm „Boost!“** [↗](#) fördert die ESA kommerzielle Initiativen, die Dienstleistungen für den Transport in den Weltraum und für die Rückkehr zur Erde entwickeln. Deutschland ist größter Beitragszahler und Programmführer von „Boost!“. In diesem Rahmen und auf nationaler Ebene wurden mit Isar Aerospace, Rocket Factory Augsburg

und HyImpulse Technologies bereits drei deutsche Unternehmen gefördert, die damit auch für eine Teilnahme am ESA-Programm **„European Launcher Challenge“ (ELC)** [↗](#) gestärkt wurden. Für die ELC wurden mit Isar Aerospace und Rocket Factory Augsburg zwei deutsche Teilnehmer neben je einer in Spanien, Frankreich und Großbritannien ansässigen Firma ausgewählt. Die Finanzierungsentscheidungen zum ELC-Programm wurden Ende 2025 auf der ESA-Ministerratskonferenz in Bremen getroffen.

Die Förderung von Innovation und der Technologietransfer in neue Anwendungen und Geschäftsmodelle in anderen Branchen werden auf nationaler und europäischer Ebene vorangetrieben. Zu den Förderinstrumenten zählen die Initiative INNOspace der Deutschen Raumfahrtagentur, insbesondere die drei INNOspace-Netzwerke (Space2Motion, Space2Agriculture und Space2Health), in denen 60 % der Mitglieder Start-ups bzw. KMU sind, sowie die ESA-Programme **„Business Incubation Centres (BIC)“** [↗](#), **„Business Applications and Space Solutions (BASS)“** [↗](#) und **„Technology Broker Germany“** [↗](#). Zur Unterstützung von jungen Raumfahrtunternehmen und deren Kommerzialisierung wurde Anfang 2025 der **ESA „Business Accelerator Germany“** [↗](#) aufgebaut.

Ergänzend zu den Programmen der EU bzw. der ESA fördert die Bundesregierung privatwirtschaftlich betriebene FuE in Raumfahrtprojekten im Rahmen des RIKO, vor allem über Nutzungsprogramme, die auf Anwendungs- und Marktorientierung ausgerichtet sind.

Maßnahmen der Projektförderung (Auswahl)

INNOspace Masters

Das BMFTR fördert durch diesen Ideenwettbewerb der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR innovative Lösungsvorschläge, die aktuelle Problemstellungen der Raumfahrtbranche aufgreifen.

4.6 Weltraumsicherheit

Weltraumsicherheit ist ein zentrales strategisches Thema. Mit der wachsenden Zahl staatlicher und privater Raumfahrtaktivitäten nehmen Risiken und Bedrohungen für Weltrauminfrastrukturen zu. Vor dem Hintergrund geopolitischer Veränderungen und eines sich verschlechternden Sicherheitsumfelds ist der Weltraum heute nicht nur für Kommunikation, Navigation, Erdbeobachtung und Wetterdaten, sondern auch für militärische Fähigkeiten essenziell.

Aufgrund der ausgeprägten gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, sicherheitsbezogenen und militärischen Abhängigkeiten Deutschlands von der Nutzung des Weltraums bedarf es einer ganzheitlichen sicherheitspolitischen Betrachtung der Raumfahrtaktivitäten. Ziel ist es, die Resilienz und Handlungsfähigkeit im All national und gemeinsam mit europäischen und internationalen Partnern zu stärken und die freie und ungehinderte Nutzung des Weltraums sicherzustellen. Wie in der Nationalen Sicherheitsstrategie und in der Weltraumsicherheitsstrategie verankert, strebt die Bundesregierung daher an, ihre Weltraumfähigkeiten auszubauen und sich für die Weiterentwicklung der internationalen Ordnung im Weltraum einzusetzen.

Weltraumsicherheitsstrategie

Im November 2025 hat die Bundesregierung die **Weltraumsicherheitsstrategie** mit dem Ziel beschlossen, eine tragfähige nationale und europäische Weltraumsicherheitsarchitektur aufzubauen, um Deutschland ein eigenständiges und souveränes Handeln im Weltraum zu ermöglichen. Dafür sind Fähigkeiten zur Lagebeurteilung, zur Steigerung der Resilienz von Weltraumsystemen sowie zu deren Schutz und Verteidigung unverzichtbar.

Die Förderung von Forschung und Entwicklung nimmt dabei eine zentrale Rolle ein. Die Strategie adressiert insbesondere Technologien für Schutz, Überwachung und Abwehr, On-Orbit-Servicing, leistungsfähige Antriebe, Satellitentechnologien, Microlauncher sowie Quanten-, KI- und Kommunikationstechnologien. Ihre Entwicklung soll im

engen Zusammenwirken von Bundesregierung, Raumfahrtindustrie und Wissenschaft sowie durch internationale Kooperationen vorangetrieben werden.

Aufbauend auf der institutionellen Förderung durch die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR oder in der ESA sowie der Projektförderung an Forschungseinrichtungen wie dem DLR, der Fraunhofer-Gesellschaft oder dem Forschungszentrum SPACE der Universität der Bundeswehr München, sollen Innovationen über den Space Innovation Hub in der Deutschen Raumfahrtagentur, die Agentur für Sprunginnovationen (SPRIND) und die Cyberagentur beschleunigt in die Anwendung gebracht werden. Zudem soll eine innovative und leistungsfähige Raumfahrtindustrie durch gezielte Förderung, regelmäßige Auftragsvergabe und die Stärkung sicherheitsrelevanter Schlüsselkompetenzen unterstützt werden.

Weltraumlage und Responsive Space

Voraussetzung für den Schutz vor Gefahren und Bedrohungen im Weltraum ist es, diese erkennen und einschätzen zu können. Die Bundesregierung begreift die Erstellung eines Weltraumlagebilds als gemeinsame zivil-militärische Aufgabe und wird in Zusammenarbeit mit internationalen Partnern ein Sensornetzwerk mit globaler Abdeckung einrichten. Das gemeinsam von der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR und der Bundeswehr betriebene **Weltraumlagezentrum (WRLageZ)** nimmt dabei eine zentrale Rolle ein.

Das ressortgemeinsame WRLageZ bewertet Risiken, darunter Weltraumschrott, mögliche Wiedereintritte von Weltraumobjekten und die durch Sonnenaktivitäten verursachten Auswirkungen des Weltraumwetters, sodass Bundes- und Landesbehörden sowie Satellitenbetreiber angemessen darauf reagieren können. Zudem leistet es Beiträge zur **EU-Partnerschaft zur Beobachtung und Verfolgung von Weltraumobjekten** (engl. Space Surveillance and Tracking; SST). Dafür entwickelt und betreibt der zivile Teil des WRLageZ in Zusammenarbeit mit dem **Fraunhofer-**

Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (FHR) ↗ zwei Radarsysteme für die Weltraumbeobachtung und -überwachung: TIRA (Tracking and Imaging Radar) und GESTRA (German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar).

Auch die Fähigkeit, kurzfristig auf neue Situationen zu reagieren, etwa durch den schnellen Start von Kleinsatelliten (Responsive Launch) oder die Anpassung bereits in Nutzung befindlicher Weltraumsysteme, stärkt die Handlungsfähigkeit im All. Damit erhöht der Bereich „Responsive Space“ die Resilienz der Weltrauminfrastruktur, indem ausge-

fallene Fähigkeiten ersetzt, bestehende ergänzt oder neue schnell verfügbar gemacht werden können. Das **DLR-Kompetenzzentrum für Reaktionsschnelle Satellitenverbringung (RSC³)** ↗ entwickelt, erprobt und demonstriert die technologische Basis der notwendigen Start-, Boden- und Weltraumsegmente. Dafür nutzt das RSC³ Synergien zwischen Sicherheits- und Verteidigungsforschung und beteiligt sich an der **Wissenschafts- und Technologieorganisation der NATO** ↗ (engl. Science and Technology Organization; STO) und an dem **Europäischen Verteidigungsfond** ↗ (engl. European Defence Fund; EDF).