

Hinweis

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben von parteipolitischen Informationen oder Werbemitteln. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Die Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann dessen ungeachtet nicht übernommen werden.

Impressum

Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie
Postanschrift: 80525 München
Hausadresse: Prinzregentenstr. 28
80538 München
Telefon: 089 2162-2303
089 2162-0
Fax: 089 2162-3326
089 2162-2760
E-Mail: info@stmwivt.bayern.de
poststelle@stmwivt.bayern.de
Internet: <http://www.stmwivt.bayern.de>

Stand: August 2009

Vision einer starken und zukunftsfähigen deutschen Raumfahrt

Programmatik des Freistaates Bayern zur strategischen Weiterentwicklung der Raumfahrt in Deutschland

Inhaltsverzeichnis

Ausgangspunkt.....	3
Europäische Raumfahrt im Wandel	5
Raumfahrt vor neuen Herausforderungen	6
Aktionsprogramm zur Stärkung der nationalen Raumfahrt	7
Leitvision: Applikations-orientierte Raumfahrtmissionen.....	9
■ Missionsplan	10
■ Strategische Kernbereiche.....	10
■ Kernbereiche	11
▶ Kernbereich: Robotik/On-Orbit-Servicing.....	11
▶ Kernbereich: Große Missionen mit Kleinsatelliten	13
▶ Kernbereich: Strukturen und Antriebe	14
▶ Kernbereich: Wissenschaften im Weltraum	17
▶ Kernbereich: Raumfahrt-Technologie für Sicherheit, Überwachung und Verteidigung.....	19
▶ Kernbereich: Nutzung der Weltraumtechnik	21
Zusammenfassung	24



Ausgangspunkt

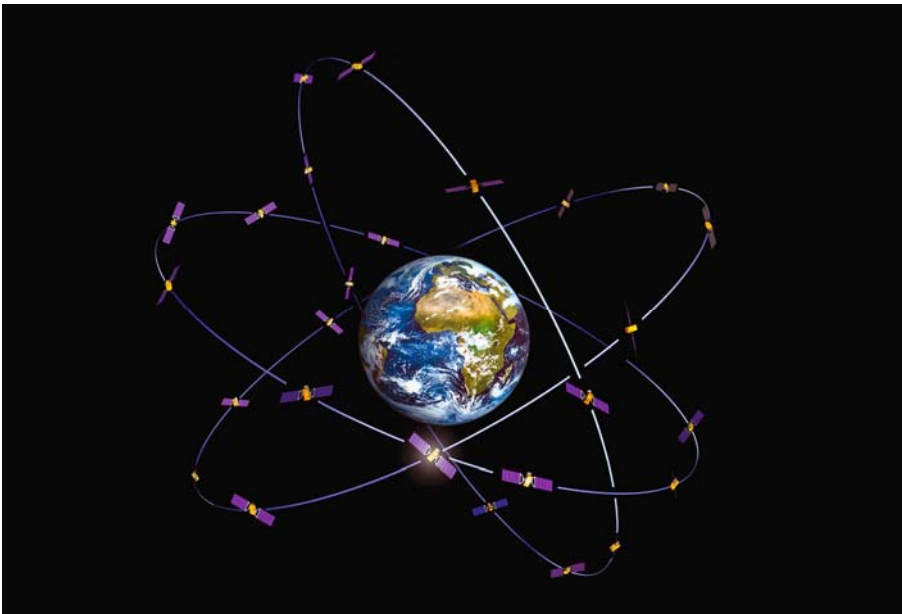
Die deutsche Raumfahrt blickt auf viele erfolgreiche Jahrzehnte zurück. In enger Kooperation von Raumfahrtindustrie, Wissenschaft und Forschung wurden einzigartige Kompetenzen erworben und zukunftsweisende Technologiefelder besetzt. Jede Ariane startet mit wichtigen Systemen und Bauteilen aus Deutschland, und auch die Satelliten sind häufig deutschen Ursprungs und haben Technologie „made in Germany“ an Bord. Die Bundesregierung hat Ihr Engagement zur Förderung deutscher Raumfahrtaktivitäten auf nationaler und europäischer Ebene in den vergangenen Jahren wieder verstärkt.

Deutsche Raumfahrttechnik hat in verschiedenen Kernbereichen ganz entscheidend zum Missionserfolg beigetragen. Beispiele dafür sind bemannte Infrastrukturen (Internationale Raumstation ISS), Marsmissionen (High-Resolution Stereo Camera/HRSC; Alpha Particle X-Ray Spectrometer/APXS), Herschel-Planck Mission (PACS Photodetector Array Camera and Spectrometer, AOS Akusto-Optische Spektrometer, Planck Teleskop), Navigationssatelliten Galileo (GIOVE B), EnMAP (Hyperspektralsensor zur Erderkundung), um nur einige Beispiele zu erwähnen. Das DLR ist ein Synonym für nationale Forschungs- und Entwicklungskompetenzen, das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum GSOC, ebenso wie das europäische Kontrollzentrum ESOC in Darmstadt, ein unverzichtbares Element der Missionskontrolle. Die Max-Planck-Institute sind weltweit führend auf dem Gebiet der Weltraumwissenschaften. Die Wissenschaft kann sich dabei auf ein Netzwerk von Hightech Unternehmen abstützen das sich vom multinationalen Unternehmen bis hin zum hoch spezialisierten KMU erstreckt.

An diese erfolgreiche Tradition soll Deutschland anknüpfen, wenn es um die Programmatik und Weichenstellungen für die nächste Dekade geht. Ziel muss es sein, alle Potenziale zu nutzen, um die deutsche Position zu erhalten und möglichst auszubauen. Die hier vorgestellte Leitvision einer starken und zukunftsfähigen deutschen Raumfahrt ist das Resultat intensiver Strategiediskussionen zwischen fachkundigen Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Im Rahmen dieser Diskussionen wurde deutlich, dass die Globalisierung zunehmend auch die nationale Raumfahrt in den internationalen Wettbewerb stellt und Deutschland es sich angesichts euro-

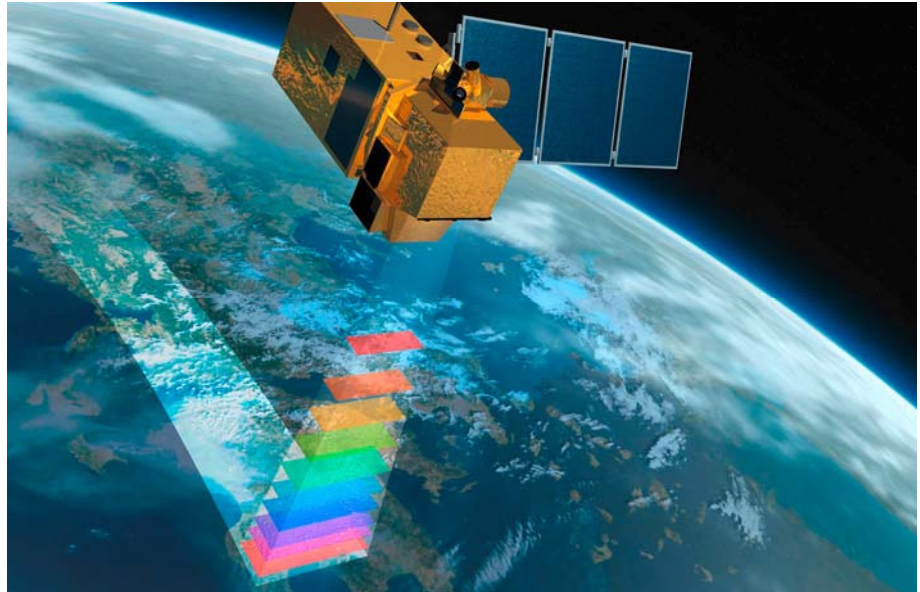
päischer Konkurrenz (Frankreich, Italien), sowie aufstrebender Raumfahrtnationen wie China und Indien sich nicht leisten kann, seine Raumfahrtambitionen lediglich als Ergänzung internationaler Anstrengungen zu verstehen, sondern eigenständige Beiträge zur Raumfahrt leisten muss.

Es besteht Konsens, dass Raumfahrt dem Wohl der Menschen dienen muss. Daher müssen bei allen „Für die Erde ins All“-Programmen immer auch konkrete Applikationspotenziale für möglichst viele Industriesektoren, Endnutzer und Bürger ableitbar sein. Neben einer Weiterentwicklung der klassischen Raumfahrt mit dem Bau von Trägerraketen und Satelliten müssen Raumfahrtprogramme verstärkt ihr Augenmerk auf Anwendungsprojekte wie Galileo (satellitenbasierte Navigation) oder satellitenbasierter Umweltschutz wie bei GMES (Global Monitoring for Environment and Security) und insbesondere auch auf Roboter-basierte Raumfahrtanwendungen richten, die signifikante neue Wachstumsimpulse auslösen.



Galileo Konstellation

Diese Erkenntnisse sind visionäres Kernstück und Botschaft zugleich: Deutschland braucht eine noch stärker akzentuierte, applikationsorientierte Raumfahrtprogrammatik, die nationale Raumfahrttechnologien und -resultate möglichst rasch in neue und wirtschaftlich attraktive Industrieprodukte und Services transferiert.



GMES Sentinel (EADS Astium)

Europäische Raumfahrt im Wandel

Die nationale und europäische Politik haben in den letzten Jahren den Beitrag der Raumfahrt in den Bereichen der Sicherheit, der Umwelt, des Verkehrs, der Exploration und Wissenschaft sowie der bemannten Raumfahrt erkannt. Die Erwähnung der Raumfahrt im Entwurf für den Vertrag von Lissabon ist daher ebenso Ausdruck der wachsenden politischen Wahrnehmung wie das Engagement bei den bereits erwähnten langfristigen EU Projekten Galileo und GMES.

Mit Galileo und GMES wird ein allgemeiner Trend erkennbar, Entscheidungen über das künftige Weltraumprogramm Europas mehr und mehr auf die politische Ebene zu verlagern. Dieser Trend darf jedoch nicht dazu führen, dass bei EU und ESA sich duplizierende Raumfahrt-Managementkapazitäten aufgebaut werden, die im ungünstigsten Fall sogar miteinander konkurrieren können. Es erscheint sehr sinnvoll, die technische und Management-Expertise der ESA auch im Kontext von EU-finanzierten Raumfahrtprogrammen zu nutzen.

Hoheitliche Aufgaben der europäischen Staaten und der EU wie z.B. die Bereiche Umwelt und Sicherheit werden auch in Zukunft dafür sorgen, dass Raumfahrt ein von der Politik maßgeblich beeinflusster Industrie- und Forschungszweig bleibt, der quer durch Europa von vielfältigen Einflüssen und nationalen

Interessenslagen geprägt wird. Nationale und europäische Raumfahrtindustrie und -forschung sind angesichts eines beschränkten Marktes und erheblicher Investitionsvolumina allerdings auch weiterhin auf eine adäquate Raumfahrtförderung angewiesen.

Europäisierung und Globalisierung bewirken, dass mit dem Entstehen internationaler Raumfahrtkonzerne der nationale Einfluss auf die Systemkompetenz und deren regionale Verteilung schwindet. Dabei muss grundsätzlich auch die Gefahr der Abwanderung von national geförderten Schlüsseltechnologien ins Ausland gesehen werden. Mit attraktiver Standortpolitik können Nationen und Regionen jedoch diesem Phänomen begegnen und letztlich sogar Technologieimporte erreichen.

Raumfahrt vor neuen Herausforderungen

Im europäischen Rahmen zeichnet sich zwischen EU und ESA eine Neuverteilung der Aufgaben ab. Obwohl die Abstimmungsprozesse noch laufen, wird bereits eine Rollenverteilung erkennbar, nach der die EU die zukünftige europäische Raumfahrtpolitik entscheidend bestimmen wird, und die ESA sich mehr auf das Projektmanagement und die Wahrnehmung wissenschaftlich-technologischer Aufgaben konzentriert. Für die nationale Raumfahrt bedeutet dies veränderte Rahmenbedingungen und in der Konsequenz neue Herausforderungen:

■ Neuer ESA-Pragmatismus

Bei ESA-Projekten kommen zunehmend Technologien und Experimente zum Zuge, die im Vorfeld auf nationaler Ebene entwickelt und erprobt wurden. Wird dieser Aspekt auf nationaler Ebene vernachlässigt, werden betroffene Raumfahrtunternehmen und Forschungseinrichtungen im Wettbewerb schwerer bestehen können. Dasselbe gilt auch für die Stellung der Wissenschaftler im internationalen Umfeld.

■ Notwendigkeit einer visionären, pro-aktiven Raumfahrt-politik

Angesichts der neuen ESA-Vorgehensweise müssen im Rahmen des nationalen Raumfahrtprogramms Themen so antizipiert und aufbereitet werden, dass sie später bei inter-

nationalen Ausschreibungen erfolgreich eingebracht werden können. Fehlt es an dieser pro-aktiven nationalen Vorbereitung, werden auf internationaler Ebene nicht die eigenen Raumfahrtthemen, sondern andere gewinnen. Nur eine starke nationale Raumfahrt hat eine starke internationale Wirkung.

■ **Abschied vom „Geographical Return“**

Das ESA-Prinzip des „Geographical Return“, also dem Rückfluss von Aufträgen in Höhe der geleisteten Beitragszahlungen, war bisher Richtschnur für das Auftragsvolumen der deutschen Raumfahrtindustrie. Durch die Annäherung von ESA und EU wird dieses Prinzip zunehmend in Frage gestellt und wahrscheinlich mittelfristig an Bedeutung verlieren. Diese Entwicklung bewirkt einen zusätzlichen Wettbewerbsdruck auf die nationalen Raumfahrtakteure. Die Konkurrenzfähigkeit deutscher Unternehmen und Institute muss daher frühzeitig durch eine nationale Programmatik im Bereich technologischer Vorentwicklungen bis hin zur Qualifikation signifikant unterstützt und gesteigert werden.

■ **Konkurrenz aus neuen Mitgliedstaaten**

Durch die fortschreitende EU-Erweiterung ist damit zu rechnen, dass insbesondere auf dem Komponentenlevel sowie im Bereich der Services (z.B. Tests) den deutschen Raumfahrtakteuren eine Konkurrenz durch Anbieter aus den neuen Mitgliedsstaaten erwächst. Diesem Trend kann nur durch Entwicklungen höherwertiger Produkte auf Subsystem- und Systemlevel begegnet werden.

Aktionsprogramm zur Stärkung der nationalen Raumfahrt

Raumfahrt in Deutschland hat langfristig nur dann eine Chance, wenn die Ausgangsposition und Wettbewerbsfähigkeit dieser Hightech-Branche durch eine visionäre Programmatik und mutige Weichenstellungen nachhaltig gestärkt werden. Um die Zukunftsfähigkeit der nationalen Raumfahrtindustrie, der Forschung und der Wissenschaft zu sichern, wird ein Bündel von Maßnahmen und Aktionen vorgeschlagen, das dieser Zielsetzung dient:

■ **Klare Strategie**

Die steigende politische Unterstützung der Raumfahrt auf europäischer Ebene muss parallel auch auf nationaler Ebene ein Äquivalent finden. Die Entwicklung einer starken und eigenständigen nationalen Raumfahrtstrategie ist daher unerlässlich. Die hier vorgelegte Leitvision zur strategischen Weiterentwicklung der deutschen Raumfahrt versteht sich als konstruktiver Beitrag hierzu.

■ **Verlässlicher Rahmen**

Die deutsche Raumfahrtindustrie und Raumfahrtforschung muss sich auf langfristig gesicherte Rahmenbedingungen abstützen können. Planungssicherheit und stabile Haushaltsansätze über einen Zeitraum von fünf bis zehn Jahren sind angesichts langer Programmlaufzeiten und hoher Investitionsvolumina geboten und unbedingt erforderlich.

■ **Vernünftige Balance:
Grundlagenforschung und Applikationen**

Das nationale Raumfahrtprogramm muss auf einer ausgewogenen Anwendungen und Grundlagenforschung basieren. Die in den letzten Jahren forcierte applikationsorientierte Raumfahrtspolitik geht mit Blick auf GMES und Galileo sowie den daraus resultierenden Geschäftspotenzialen in die richtige Richtung. Allerdings müssen neue Applikationsfelder wie beispielsweise die Robotik hinzukommen.

■ **Stärkung der Systemkompetenz**

Der potenzielle Wegfall des „Geographical Return“-Prinzips wird für nationale Raumfahrtakteure zur Chance, wenn es ihnen gelingt, die Kompetenz auf dem Subsystem/Systemlevel deutlich auszuweiten. Dies setzt jedoch voraus, dass bereits jetzt die Fähigkeit deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen zur Systemintegration massiv ausgebaut und gestärkt werden. Eine fundierte Raumfahrtsystemtechnik-Ausbildung an den Hochschulen ist hier nur der erste Schritt.

■ **Präsenz Deutschlands in europäischen Institutionen**

Der strategische Ansatz, deutsches Raumfahrtpersonal bei ESA und EU und anderen internationalen Einrichtungen auf Mitarbeiter- und Führungsebenen unterzubringen, muss durch gezielte Werbung an Universitäten, in Forschungseinrichtungen und Unternehmen verstärkt werden. Die Bewerber und Bewerberinnen müssen auf die zu übernehmenden Aufgaben durch systematische Schulung gezielt vorbereitet werden. Hier kommt auch den Hochschulen eine wichtige Rolle zu.

Dieser Maßnahmenkatalog allein reicht jedoch nicht aus, um die angestrebte nachhaltige internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie und Forschung zu verbessern. Deutschland braucht darüber hinaus eine zukunftsfähige Leitvision, die einen Zeithorizont von etwa einer Dekade abdeckt und auf klar definierten Raumfahrtmissionen, strategischen Kernkompetenzen und verlässlichen Budgets beruht.

Leitvision:

Applikationsorientierte Raumfahrtmissionen

Der hier vorgestellte Leitgedanke eines primär applikationsorientierten nationalen Raumfahrt(förder)programms stellt einen gewissen Paradigmenwechsel dar. Dahinter steht das Konzept, wettbewerbs- und zukunftsfähige Raumfahrttechnologien und Kernkompetenzen via definierter Raumfahrtmissionen strategisch weiter zu entwickeln, zur Marktreife zu bringen und so den Vorsprung für Deutschland zu sichern.

Dieses Prinzip kommt dem Venture-Capital-Konzept sehr nahe, wo mit Investments bzw. Risikokapital innovative Geschäftsideen gefördert werden. Analog sollte sich der Staat als Akteur verstehen, der in engem Zusammenwirken mit Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung in strategische Raumfahrtkompetenz und applikationsnahe Kernbereiche investiert, Prioritäten setzt und mit gezielten Raumfahrtmissionen neue Geschäftspotenziale initiiert. Um im Bild des Venture-Capitals zu bleiben ist es wichtig, dass das Risikokapital bzw. die Investments nicht auf ein großes Projekt konzentriert, sondern aus Gründen der Risikominimierung, Flexibilität und eines breiten Technologiespekt-

rums auf mehrere Erfolge versprechende Projekte verteilt werden. Dieses Konzept eröffnet nebenbei die Chance, dass unterschiedlichste Forschungseinrichtungen, Raumfahrtunternehmen und damit auch Regionen leichter zum Zuge kommen können.

■ **Missionsplan**

Im Rahmen des nationalen Raumfahrtprogramms sollte daher ein Aktionsprogramm entstehen, das den Zeitraum von fünf bis zehn Jahren abdeckt, nationale Raumfahrtmissionen alle ein bis zwei Jahre vorsieht, nationale Ressourcen und Budgets konzertiert einsetzt und wettbewerbsfähige Kernkompetenzen in Deutschland verankert. Der geschätzte Mittelbedarf pro Raumfahrtmission liegt in der Größenordnung von 50 bis 60 Mio. Euro, so dass bei realistischen fünf bis sieben Raumfahrtmissionen für den Zeitraum bis 2015 beispielsweise ein Gesamtmittelbedarf von rd. 250 bis 400 Mio. Euro entsteht.

■ **Strategische Kernbereiche**

Nach Auffassung der Expertengruppe aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik bieten die folgenden sechs Kernbereiche ausgezeichnete Alleinstellungsmerkmale für Deutschland auch im internationalen Vergleich. Die identifizierten Kernbereiche sollten als unverzichtbare Eckpfeiler des nationalen Raumfahrtprogramms und Missionsplanes betrachtet werden.

Kernbereiche

- ▶ **Robotik/On-Orbit-Servicing**
- ▶ **Große Missionen mit Kleinsatelliten**
- ▶ **Strukturen und Antriebe**
- ▶ **Wissenschaften im Weltraum**
- ▶ **Raumfahrt-Technologie für Sicherheit, Überwachung und Verteidigung**
- ▶ **Nutzung der Weltraumtechnik**

▶ Kernbereich: Robotik/On-Orbit-Servicing

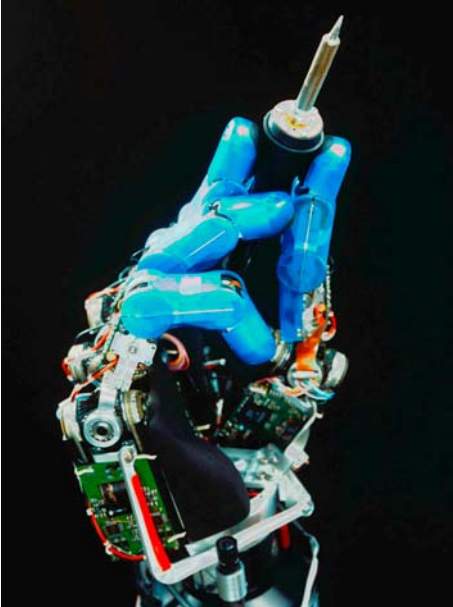
Raumfahrt muss auch künftig bezahlbar sein. Deutschland setzt deshalb verstärkt auf Robot-Systeme, die von der Erde aus gesteuert werden oder auch völlig autonom agieren können. Robot-Systeme übernehmen wichtige Funktionen beim sog. **On-Orbit-Servicing**, d.h. insbesondere beim Anflug, bei der Montage, Wartung, Reparatur und der Positionierung von Orbitalsystemen. Diese Robot-Systeme sind für den Ausbau der Raumfahrt-Infrastruktur (Satellitenkommunikation; Satellitennavigation) bereits heute unverzichtbar. Sie können defekte Systeme reparieren und damit die Lebensdauer verlängern sowie bei Bedarf auch die kontrollierte Zerstörung/Entsorgung eines technisch defekten Raumflugsystems herbeiführen.

Auch im Bereich der **Exploration**, d.h. der Erkundung des Mondes, der Planeten und deren Monden sowie von Asteroiden kommt Robot-Systemen in Zukunft eine weitaus stärkere Bedeutung zu. Deutschland ist gut beraten, sich hier entsprechend zu positionieren.

Während die NASA bei der Planeten-Exploration unbestritten die größte Erfahrung hat, nimmt Deutschland bei den Technologievorbereitungen für das schon erwähnte Orbitale Servicing eine internationale Spitzenposition ein.

Für die Zukunft gilt es, den Kernbereich Robot-Systeme und die notwendigen Technologien entscheidend weiter zu entwickeln, und die Machbarkeit sowie Vorteile von On-Orbit-Servicing zu demonstrieren. Ziel muss es sein, neue Geschäftsfelder für die deutsche Industrie zu eröffnen. Darüber hinaus geht es darum,

die in Deutschland erarbeitete Robot-Kompetenz auch im Sinne terrestrischer „Spin-offs“ (Produktion, Lagerhaltung und Logistik; Medizintechnik, Kernkraftwerke; Sprengstoff- und Minenräumung; etc.) wirtschaftlich zu nutzen. Mit Blick auf überalterte Industriegesellschaften werden Robot-Systemen und Robot-Services enorme Zukunftspotenziale im medizinischen und Pflegebereich zugeschrieben.



Multi-sensiorelle Roboterhand (DLR)

Die Überlegungen gehen dahin, dass zumindest eine der bis 2015 geplanten Raumfahrtmissionen umfangreiche Robot-Kompetenzen demonstrieren sollte, angefangen vom Einfangen eines Satelliten über eine prototypische Reparatur bis hin zum kontrolliert herbeigeführten Wiedereintritt (De-Orbiting).

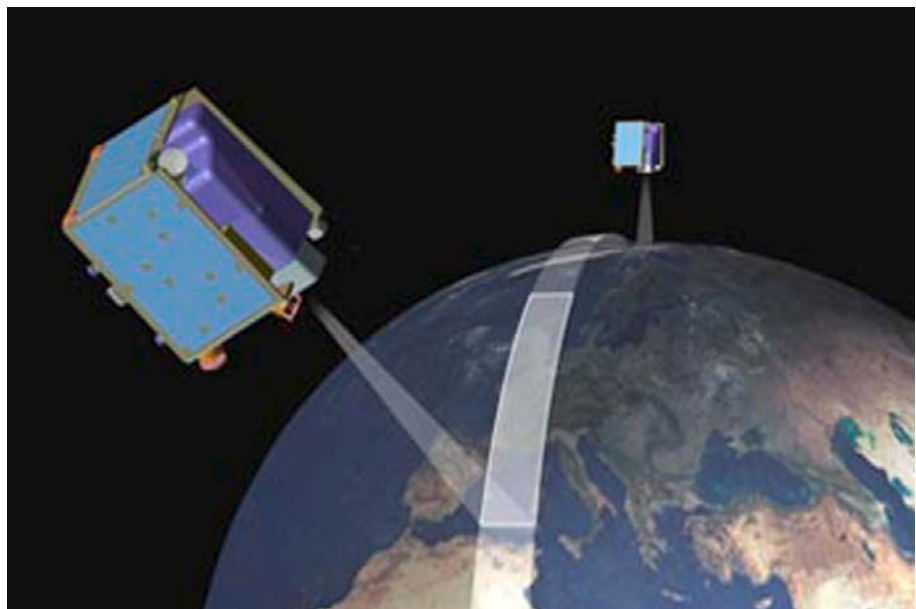
Botschaft:

Der Kernbereich Robotik/On-Orbit-Servicing bietet nicht nur beachtliche Potenziale für den kommerziellen Satelliteneinsatz, wenn es beispielsweise um Lebensdauererlängerung von Telekommunikationssatelliten im GEO geht: Mit dem Ausbau der DLR Robotikkompetenz in Oberpfaffenhofen zu einem Leistungszentrum Robotik und gezielten Investments in die beschriebenen Technologieschwerpunkte wird es gelingen, in diesem Zukunftssektor den Vorsprung Deutschlands dauerhaft zu etablieren.

► **Kernbereich: Große Missionen mit Kleinsatelliten**

Miniaturisierung macht auch vor der Raumfahrt nicht halt. Klein- und Mikrosatelliten sind möglich geworden durch beachtliche Fortschritte bei der Miniaturisierung von Beobachtungsinstrumenten und ganzen Satellitenbaugruppen, aber auch durch erhebliche Leistungssteigerungen in der Elektronik und bei Computersystemen. Damit einher geht die Standardisierung von Systemen, Methoden und Bauteilen. Die Entwicklung kleinster Satelliten ist ein wichtiger Technologietreiber für die gesamte Raumfahrt.

Auf den Gebieten der wissenschaftlichen Erderkundung, Erdbeobachtung sowie der Umwelt-, Meeres-, Klima- und Wetterforschung bieten neuste Entwicklungen, deren Systemmassen zwischen 1 kg und 100 kg liegen, künftig eine interessante Alternative und Ergänzung zu großen Satellitenprogrammen. Heute wird die Technologie kleinster Satelliten noch weitgehend vom universitären Bereich getragen. Wichtige Argumente für derartige Minisatelliten sind geringe Startkosten, eine hohe Flexibilität, relativ kurze Entwicklungszeiten und schnelle Missionseinsätze.



Mikrosatelliten Rapid Eye (Rapid Eye AG)

Satelliten der Größenklasse zwischen 1 bis 100 kg sind ideale Technologie- und Erprobungsträger für neuartige Beobachtungsmethoden, Instrumente und Systeme. So können sehr effizient technologische Entwicklungen auf Raumfahrttauglich-

keit getestet und dann in kommerzielle Satelliten integriert werden. Mit der Möglichkeit, ganze Schwärme von Nano- bis Pico-satelliten einzusetzen und zu koordinieren, ergeben sich völlig neue, anspruchsvolle Anwendungsfelder in Forschung und Applikation.

Technologisch bedeutet dies eine Herausforderung und ein Umdenken in der **Hardware- und Softwareentwicklung**. Derartige Satelliten entstehen nicht einfach dadurch, dass für diese Gewichtsklasse alles nur „einfach kleiner“ gebaut wird, sondern bei der Miniaturisierung ist es Ziel ein **Höchstmaß an elektronischer, elektromechanischer und Sensorintegration** zu erreichen.

Mehr noch: Da künftige Minisatelliten auch in Schwärmen eingesetzt werden können, bedeutet dies auch die Entwicklung neuer Methoden bei der **Koordination von Satelliten** untereinander bis hin zur autonomen Organisation von Satellitenschwärmen. Diese Herausforderung ist nur mit neuen Ansätzen in der **Softwareentwicklung** zu meistern. Entwicklungsergebnisse könnten auch bei terrestrischen Anwendungen unmittelbar dort einfließen, wo es um die Interaktion von Robotern geht.

Botschaft:

Das deutsche Raumfahrtprogramm sollte angesichts dieser günstigen Ausgangs- und Wettbewerbssituation, aber auch mit Blick auf die vorhandene Technologiekompetenz und das Kommerzialisierungspotenzial diesem Kernbereich der Satelliten im Bereich 1 bis 100 kg mit innovativen Projekten, adäquaten Budgets und Raumfahrtmissionen neue Impulse geben.

► **Kernbereich: Strukturen und Antriebe**

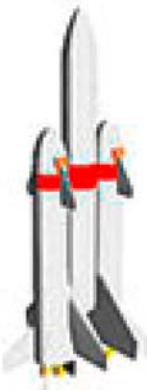
Seit Jahrzehnten verfügt die deutsche Raumfahrt in den Bereichen Strukturen und Antriebe über hervorragende Kompetenzen. Diese müssen jedoch auch vor dem Hintergrund neuer Raumfahrtakteure (Indien; China) strategisch weiter entwickelt werden, um international konkurrenzfähig zu bleiben. Innovative Strukturen und modernste Antriebe sind letztlich die Eintrittskar-

ten für eine deutsche Rolle bei zukünftigen Mond- und Marsmissionen.



Ariane 5 (ESA)

Mit Blick auf die künftig geforderten Transportleistungen von Trägersystemen in niedrige und hohe Orbitalbahnen fällt bei **Strukturen** dem Leichtbau eine entscheidende technologische Rolle zu. Deshalb müssen in diesem wichtigen Bereich nationale Technologieprogramme initiiert werden, die folgende Technologieschwerpunkte umfassen wie (1) Realisierung innovativer **Faserverbundwerkstoffe und Fertigungstechnologien** für Großstrukturen, Zentralstufentanks sowie für kryogene Oberstufentanks, aber auch für Feststoffmotorgehäuse, Thermalschutzsysteme, heiße Strukturen und Satelliten; (2) Implementierung werkstoffgerechter, wettbewerbsfähiger und zuverlässiger **Fertigungsprozesse**; und (3) Entwicklung neuer **Testmethoden** für nichtmetallische Strukturen inklusive in-situ Sensorik.



FLPP Future Launchers Preparatory Programme (ESA)

Die deutsche Raumfahrt benötigt diese Technologieprogramme, damit die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und Forschungsinstitutionen erhalten bleibt. Nur mit zukunftsfähigen Beiträgen kann die nationale Raumfahrt eine substantielle Beteiligung an den ESA Programmen einfordern und an wichtigen Zukunftsprojekten wie ESA's Future Launchers Preparatory Programme (FLPP) teilnehmen, das Europas nächste Launcher Generation nach

2020 vorbereitet. Eine substantielle deutsche Beteiligung ist insbesondere auch bei den großen ESA Zukunftsprogrammen ACEP (Ariane 5 Consolidation and Evolution Preparation) und GSTP (General Support and Technology Programme) erwünscht.

Die **Antriebe** einer Trägerrakete bilden auch heute noch das technisch anspruchsvollste Subsystem. In diesem Technologiefeld gibt es in Deutschland und Europa jedoch erkennbaren Nachholbedarf, da Europa noch nicht über moderne Hochleistungstriebwerke mit gestufter Verbrennung (sog. Staged Combustion) verfügt.



Ariane-5 cryogenic vulcain engine (DLR)

Trägerantriebe von Morgen erfordern darüber hinaus die kontinuierliche Überwachung aller kritischen Betriebsparameter (sog. Health Monitoring). Aus diesem Grund müssen nationale Technologieprogramme initiiert werden, die folgende Schlüsselthemen abdecken wie (1) Weiterentwicklung von **Hochleistungsschubkammern** mit Potenzial zur Wiederverwendung (Hochleistungswerkstoffe und Prozesstechnologien), Einspritzungs-, Verbrennungs-, Kühlungsverfahren); und (2) Entwicklung von **Health-Monitoring-Systemen** zur operationellen Triebwerksüberwachung.

Botschaft:

Das deutsche Raumfahrtprogramm sollte mit attraktiven Projekten und Budgets die Technologiekompetenz der nationalen Industrie und Forschung in diesem Kernbereich der Strukturen und Antriebe stärken, um so letztlich höhere Technologiebeiträge und Programmanteile an den europäischen Raumfahrtprogrammen zu erhalten und um die internationale Konkurrenzfähigkeit abzusichern.

► **Kernbereich:
Wissenschaften im Weltraum**

Neue Weltraumvorhaben sind wissenschaftlich nur dann wettbewerbsfähig, wenn sie einen erheblichen Zugewinn an Wissen garantieren bzw. bieten. Dies bedeutet immer auch die Entwicklung neuer Technologien und damit ein erhebliches Innovationspotenzial für Anwendungen im Orbit und auf der Erde. In enger Zusammenarbeit zwischen Weltraumforschungsinstituten und insbesondere der kleinen und mittelständischen Industrie werden Zukunftstechnologien entwickelt, die später vielfach im täglichen Leben auftauchen, zum Beispiel als Ceran-Kochfeld, Gleitsichtbrille, medizinische Bilddiagnosesysteme, moderne Halbleitersensorik zur Materialdiagnose, Extrem-UV-Optiken für die nächste Generation von Chip-Automaten oder als robuste Autoelektronik.

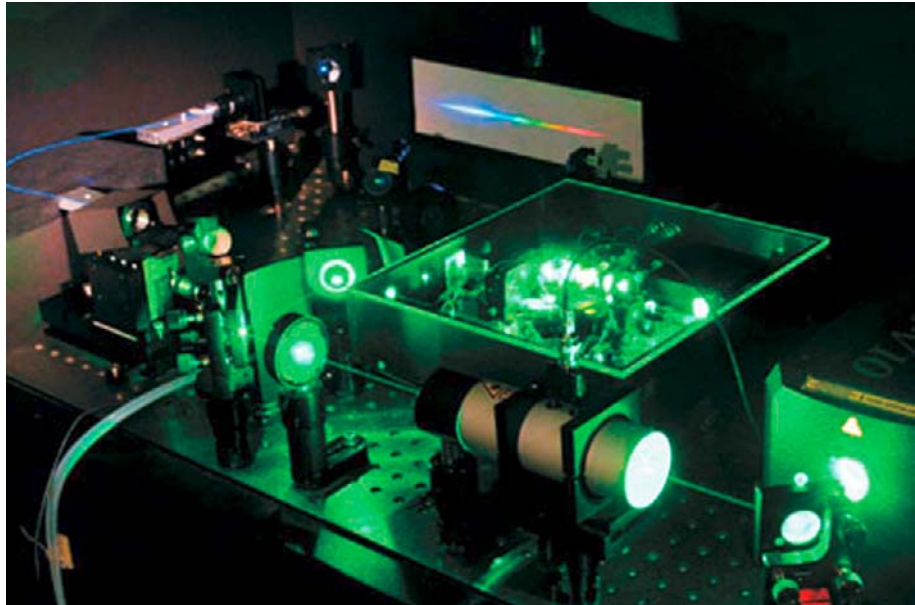
Schlüsselbereiche der Weltraumwissenschaften in Deutschland mit internationalen Führungspositionen sind die Erforschung des Weltraums mit der Astrophysik und der Sonnensystemforschung, die Forschung unter reduzierter Schwerkraft sowie die

wissenschaftliche Erdbeobachtung durch Radar und optische Systeme.

Mit Blick auf den Kernbereich Wissenschaften im Weltraum sind drei Aktionsfelder von herausragender Bedeutung: (1) Ausbau der internationalen Führerschaft in der **Halbleiter-Sensoren** durch technologische **Entwicklungen in erweiterten Wellenlängenbereichen** (insbes. im thermischen Infrarot), die erhebliches Zukunftspotential für wissenschaftliche und ökonomische Anwendungen (z.B. Synchrotrondiagnose; Erdbeobachtung; Personenerkennung etc.) besitzt; (2) Weiterentwicklung der **Röntgenspiegeltechnologien** (z.B. Leichtbauweise; Thermalkontrolle), die ebenfalls große Anwendungspotenziale eröffnen (z.B. für die Halbleiter-Technologie bei kürzeren Wellenlängen und die Synchrotrondiagnose); und (3) Impulse für die Grundlagenforschung im Weltraum, zum Beispiel bei der Forschung mit kalten Plasmen, die Bahn brechendes kommerzielles Potenzial wird auch in der Medizin- und Beschichtungstechnik verspricht, oder bei der hoch genauen Zeitmessung, dem Forschungsgebiet, in dem 2007 der Nobelpreis (Optische Frequenzkammtechnik/Prof. T.W. Hänsch) nach Deutschland vergeben wurde. Präzisions- und Laserspektroskopie ermöglichen eine revolutionäre, hochgenaue Zeitmessung, von der unmittelbar die Satellitennavigation und deren Nutzer profitieren.

Ein Symposium im Bayerischen Wirtschaftsministerium im Juni 2008, zu dem das Max-Planck Institut für extraterrestrische Physik zusammen mit Kayser-Threde eingeladen hatte, zeigte die breite Palette der möglichen Forschungsobjekte auf.

Von der Jagd nach der Dunklen Energie über die Untersuchung universeller kritischer Phänomene bis hin zu Experimenten mit sogenannter weicher Materie oder dem Studium quantenmechanischer und relativistischer Effekte reichten die Ideen. An Visionen fehlt es jedenfalls den Wissenschaftlern nicht.



Optischer Frequenzkamm-Synthesizer (Max-Planck-Gesellschaft)

Botschaft:

Im Kernbereich Wissenschaft im Weltraum ist ein stabiles und langfristig angelegtes nationales Raumfahrtprogramm unabdingbare Voraussetzung für die unbestrittene Führungsposition der deutschen Weltraumforschungsinstitute und Hochtechnologieindustrie. Ziel muss es sein, nationale Raumfahrtkompetenz und Forschungsbeiträge verstärkt in eigene, europäische und internationale Raumfahrtmissionen zu platzieren.

► **Kernbereich: Raumfahrt-Technologie für Sicherheit, Überwachung und Verteidigung**

Moderne Streitkräfte profitieren vom gesamten Spektrum an Raumfahrt- und Satellitentechnologien, die neben Trägersystemen insbesondere die satellitengestützte Navigation, Aufklärung und Kommunikation umfassen. Für die nationale Sicherheit und Handlungsfähigkeit ist es ein vorrangiges Ziel, die gesamte Wertschöpfungskette inkl. Raumfahrtsysteme, Unterstützungssysteme, Endgeräte, Anwendungen und Akkreditierung zu beherrschen.

Das europäische Satelliten Navigationssystem Galileo verfügt neben den allgemein zugänglichen Signalen, den sog. „Offenen Diensten“ auch über die „Public Regulated Services“ PRS, die

sehr strengen Zugangsregeln unterliegen. Diese sind für alle **sicherheitsrelevanten Anwendungen**, insbesondere aber für eine künftige militärische Nutzung von Galileo von größter Bedeutung. Aus sicherheits- und industriepolitischen Gesichtspunkten ist hier ein verstärktes Engagement Deutschlands dringend geboten.

Deutschland sollte die Mitarbeit bezüglich PRS in den einschlägigen EU- und ESA-Gremien substantiell verstärken. Darüber hinaus müssen nationale Sicherheitskonzepte und -strukturen zum Einsatz von PRS definiert und mit den europäischen Partnern abgestimmt werden.

Bei der **Satellitennavigation** ist es von Bedeutung, dass Deutschland bei den öffentlich regulierten Diensten (Public Regulated Services PRS) vollen Zugriff und die Hoheit über alle sicherheitsrelevanten Aspekte hat, von Kryptotechnik bis hin zu militärisch notwendigen Einsätzen. Deutschland muss deshalb seine Präsenz und Mitarbeit in den einschlägigen europäischen Gremien signifikant ausbauen.

Bei der weltweiten **raumgestützten Aufklärung** ist ein Aufbau der technischen Fähigkeiten im hoch auflösenden multispektralen, bzw. hyperspektralen Bereich als Ergänzung zur hoch auflösenden Radartechnik erforderlich, um globalen Einsatzanforderungen gerecht zu werden und eigenständige Analyse- und Entscheidungsfähigkeiten zu besitzen.



SatCom Bundeswehr (EADS)

Die **Satellitenkommunikation** ist für die weltweite vernetzte Operationsführung ein unverzichtbares Bindeglied zwischen Datengewinnung, Entscheidungsprozess und Mission. Die Beherrschung der Breitband-Kommunikation und ihre Anbindung an hoch mobile Systeme sind Voraussetzung, um die dabei entstehenden Datenmengen bewältigen zu können.

Krisenmanagementsysteme bringen die von der Raumfahrt geschaffenen Fähigkeiten der Lagebeurteilung, der Kommunikation und Koordination von Einsatzkräften erst voll zur Wirkung und definieren damit die militärischen Raumfahrt- und Technologieschwerpunkte wie Aufklärung, Kommunikation und Navigation sowie die gesamten Auswertungs- und Führungskomponenten.

Botschaft:

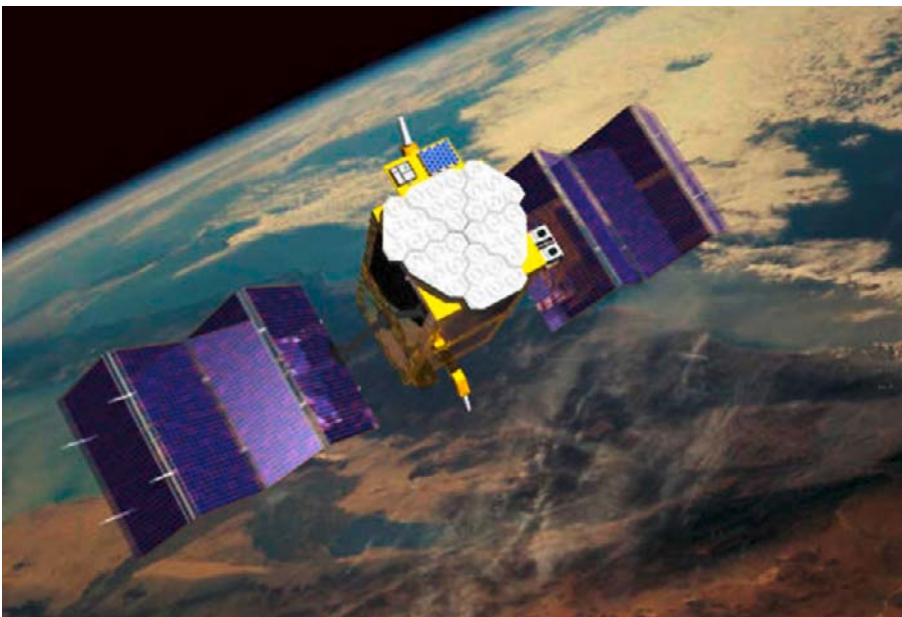
Im Kernbereich Raumfahrt-Technologie für Sicherheit und Verteidigung müssen speziell bei allen Satellitenapplikationen nationale Kompetenzen bei Querschnittsthemen wie Sensorik, Breitbandtechnik, Datensicherheit, Datenfusion, Informationsmanagement, Führungsfähigkeit etc. verstärkt und in ein europäisches Gesamtsystem (EU; NATO) eingebracht werden. Dabei sollten alle sicherheitsrelevanten Raumfahrtaktivitäten in Grundzügen abgestimmt und insbesondere die Integration und Interoperabilität der Raumfahrtsysteme und -infrastrukturen gewährleistet sein.

► **Kernbereich: Nutzung der Weltraumtechnik**

Die Europäische Union hat sich im Bereich der Weltraumnutzung zwei ehrgeizige Projekte auf die Fahnen geschrieben. So soll **Galileo** als eigenständiges Satellitennavigationssystem zur Unabhängigkeit Europas von derzeit dominierenden militärischen Systemen GPS der USA beitragen und mit **GMES** (Global Monitoring for Environment and Security) langfristig eine umfangreiche europäische Informationsbasis entstehen, die qualifizierte Entscheidungen in den Bereichen Umwelt und Sicherheit erlaubt.

Galileo hat für Deutschland einen hohen Stellenwert, sowohl in der Aufbau- und Betriebsphase, als auch im Bereich der Daten-

nutzung. Mit Blick auf die europäische und internationale Konkurrenz ist es von hohem nationalem Interesse, dass die deutsche Raumfahrtindustrie beim Bau und Betrieb der geplanten 30 Satelliten angemessen beteiligt wird. Was die Galileo-Missionskontrolle anbelangt, kann das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum GSOC in Oberpfaffenhofen auf eine langjährige Expertise in vielfältigen nationalen und internationalen Missionen verweisen. Das GSOC wurde daher als eines der beiden europäischen Galileo-Missionskontrollzentren ausgewählt.



Galileo (EADS Astrium)

Die technische und gesamtwirtschaftliche Dimension von Galileo wird allerdings erst entlang einer beeindruckenden Wertschöpfungskette aus innovativen Produkten und Services erkennbar, die von der Entwicklung von Chips und modernen Empfängern, über Software-Applikationen bis hin zu lokalen Diensten reicht. Da Satellitennavigation und Informationstechnologie untrennbar aufeinander bezogen sind, entstehen insbesondere für KMUs ganz neue Markt- und Geschäftspotenziale.

GMES wurde von der EU initiiert, um die Informationsbasis in Bezug auf die Umwelt und die Sicherheit Europas zu verbessern bzw. zu verbreitern. Mit GMES werden präzisere Vorhersagen von Luftschadstoffbelastungen und bessere Hochwasserprognosen möglich, aber auch die Raumplanung von Infrastrukturprojekten wird erleichtert. GMES bringt ein deutliches Mehr an Sicherheit, da es beispielsweise eine besser informier-

te Katastropheneinsatzleitung ermöglicht, aber auch frühzeitig Indizien zu bevorstehenden Umweltkatastrophen (Hangrutschungen; Murenabgängen etc.) liefert.



GMES (ESA)

Deutschland beansprucht daher auch bei GMES, angemessen am Aufbau der Rauminfrastruktur inklusive dazugehöriger Experimente sowie am Missionsbetrieb zu partizipieren, und seine unstrittige Kompetenz in den Sektoren Datenempfang, -verarbeitung und -archivierung an prominenter Stelle einzubringen.

Während in der Anfangsphase von GMES die Nachfrage primär durch staatliche Institutionen gestärkt werden muss, ist parallel jedoch auch die kommerzielle Nutzung der GMES-Daten zu forcieren und bereits mittelfristig in eine ausgewogene Relation zu bringen.

Zudem ist ein ESA-Programm zur **Integrierte Nutzung** verschiedener Weltraumdaten im Aufbau. Während die Nutzung vorhandener Weltraumdaten bisher primär in den jeweiligen Segmenten Kommunikation, Navigation und Geoinformation erfolgte, gibt es einen vielversprechenden Ansatz zur integrierten Nutzung. Diese Datenverschneidung aus den Bereichen Kommunikation, Navigation und Geoinformation lässt erwarten, dass hier ein Mehrwert an Produkten und Dienstleistungen entsteht, der weit über die Bedeutung der Einzelbereiche hinausgeht. Deutschland sollte dieses innovative Thema intensi-

vieren und insbesondere auch die Chancen nutzen, die aus einschlägigen ESA- und EU-Programmen resultieren.

Botschaft:

Im Kernbereich Nutzung der Weltraumtechnik muss es insbesondere bei den beiden EU Programmen Galileo und GMES darum gehen, die deutschen Interessen und die seiner Raumfahrtindustrie zu wahren. Deutschland beansprucht für beide Programme eine angemessene Beteiligung am Aufbau der Raumfahrtinfrastruktur, der Experimente und Tests sowie am Missionsbetrieb. Mit Blick auf die integrierte Nutzung vorhandener Weltraumdaten muss es gelingen, diesen Trend verstärkt aufzugreifen und aus den europäischen Gemeinschaftsprogrammen kommerzielle Ansatzpunkte für neue Produkte und Services zu identifizieren.

Zusammenfassung

Die deutsche Raumfahrt ist angesichts der ambitionierten internationalen Konkurrenz mehr denn je auf eine Leitvision und eigenständige Programmatik angewiesen, die den Vorsprung Deutschlands sichert und auch der strategischen und öffentlichkeitswirksamen Profilierung dient. Dieses Strategiepapier plädiert für ein primär applikationsorientiertes nationales Raumfahrt(förder)programm mit dem Ziel, in ausgewählten und aussichtsreichen Kernbereichen zukunftsfähige Raumfahrttechnologien und Kernkompetenzen strategisch weiter zu entwickeln und zur Marktreife zu bringen. Das diskutierte Aktionsprogramm benötigt jedoch eine langfristig angelegte und verlässliche Politik, die das nationale Raumfahrtbudget so stärkt, dass diese Kernbereiche im Zeitraum bis 2015 mit fünf bis sieben Raumfahrtmissionen gezielt gefördert bzw. weiter entwickelt werden können.

Die Konzentration auf wenige, aber Erfolg versprechende Kernbereiche verspricht eine deutliche Konturierung der nationalen Raumfahrtpolitik und eine Stärkung der deutschen Position, insbesondere auch im ESA- und EU-Rahmen. Damit ergreift Deutschland wieder die Initiative, und gewinnt somit Vorsprung und Zukunft.

Bildnachweis

Titelseite

(von links nach rechts und von oben nach unten)

- Bild im Hintergrund: Galileo (EADS Astrium)
- SatCom Bundeswehr (EADS)
- Mikrosatelliten Rapid Eye (Rapid Eye AG)
- Galileo (EADS Astrium)
- GMES Sentinel (EADS Astrium)
- Galileo Konstellation
- GMES (ESA)

Innenteil

- Seite 4: Galileo Konstellation
- Seite 5: GMES Sentinel (EADS Astrium)
- Seite 12: Multi-sensiorelle Roboterhand (DLR)
- Seite 13: Mikrosatelliten Rapid Eye (Rapid Eye AG)
- Seite 15: Ariane 5 (ESA)
- Seite 16: FLPP Future Launchers Preparatory Programme (ESA)
- Seite 16: Ariane-5 cryogenic vulcain engine (DLR)
- Seite 19: Optischer Frequenzkamm-Synthesizer (Max-Planck-Gesellschaft)
- Seite 20: SatCom Bundeswehr (EADS)
- Seite 22: Galileo (EADS Astrium)
- Seite 23: GMES (ESA)



Wollen Sie mehr über die Arbeit der Bayerischen Staatsregierung wissen?

BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Telefon 0180 1 201010 (3,9 Cent pro Minute aus dem dt. Festnetz; abweichende Preise aus Mobilfunknetzen) oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern der Bayerischen Staatsregierung.



Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie
www.stmwivt.bayern.de



HINWEIS

Seit 1. März 2010 gelten neue Bestimmungen des Telekommunikationsgesetzes (BGBI. I 2009, S. 2409–2412), die u.a. neue Preisangabeverpflichtungen für Anbieter von (0)180er Rufnummern beinhalten.

Die Information über die Servicestelle der Bayerischen Staatsregierung wird daher wie folgt aktualisiert:



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Telefon 0180 1 201010 (3,9 ct/min aus dem deutschen Festnetz; Mobilfunkpreis maximal 42 ct/min) oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

