

# **Bavaria – the Space to be**

## **Bayerische Raumfahrt im 21. Jahrhundert**

Positionspapier als Beitrag zur bayerischen  
Raumfahrtstrategie

---

## Kurzfassung

Die bayerische Raumfahrt kann auf viele erfolgreiche Jahre zurückblicken. Keine Ariane Rakete startet ohne wichtige Elemente aus Bayern. Bayerische Raumfahrtssystemtechnologie und Raumfahrtexperimente tragen zu den Erfolgen nationaler, europäischer und internationaler Missionen bei und bayerische Satellitentechnologie ist mit der Garant für den Blick auf die Erde oder eine reibungslose Kommunikation. An diese erfolgreiche Tradition sollte Bayern anknüpfen, wenn es um die Fortschreibung der strategischen Empfehlungen für die nächste Dekade geht.

Vor diesem Hintergrund haben Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft in Bayern dieses Positionspapier als Beitrag zur bayerischen Raumfahrtstrategie erarbeitet. Es richtet sich an Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und Verwaltung, an Interessensgruppen der Raumfahrt- und Raumfahrtanwendungsbranche sowie die interessierte Öffentlichkeit. Ausgangspunkt für die Handlungsfelder, Empfehlungen und zu ergreifenden Maßnahmen bildete die gemeinsam verabschiedete Vision:

### **Bavaria – the Space to be**

#### **Raumfahrt zum Nutzen der Gesellschaft**

##### **– Bayern ist eine der weltweit innovativsten und attraktivsten Raumfahrtregionen –**

Es wurden sieben strategische Handlungsfelder identifiziert und gemeinsame Empfehlungen abgegeben, die für die Entwicklung der Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen in und aus Bayern von Bedeutung sind. Es wird empfohlen, Schwerpunkte in folgenden Handlungsfeldern zu setzen:

- Stärkung der Einbindung von Raumfahrttechnologien in andere Themenfelder (Megatrends)
- Förderung der Kommerzialisierung der Raumfahrt
- Bayern zum attraktiven und führenden Forschungs-, Innovations- und Technologie-Standort für weltraumgestützte Produkte und Dienste machen
- Stärkung der Aus- und Weiterbildung in der Raumfahrt und deren Anwendungsbereichen
- Schutz kritischer Infrastrukturen
- Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit
- Stärkung und Sichtbarmachung technologischer Expertisen

Zu den genannten Handlungsfeldern wurden praxisorientierte Empfehlungen erarbeitet, die dringend erforderliche Schritte und Maßnahmen aufzeigen. Diese sind für eine zukunftsorientierte bayerische Ausrichtung des bewährten Erfolgsmodells „Bavaria – the Space to be“ national, europäisch und international notwendig. Die Empfehlungen im Einzelnen lauten wie folgt:

- Empfehlung 1: „Competence meets Trends“: Eine nachhaltige Verknüpfung von aktuellen Megatrends und Raumfahrt wird empfohlen, um die sich daraus ergebenden Synergien zu nutzen und neue Märkte zu erschließen.
- Empfehlung 2: Stärkung des Zusammenspiels zwischen Raumfahrt und Digitalisierung

- Empfehlung 3: Es wird empfohlen, das dynamische EcoSystem bayerische Raumfahrt weiterzuentwickeln und damit zukunftsfähig zu machen. Davon profitieren bayerische Akteure, es bietet Anreize für zukünftige Unternehmensgründungen, generiert Wachstum, stärkt die Wettbewerbsfähigkeit und stimuliert Investments.
- Empfehlung 4: Es wird empfohlen, die vorhandene technologische Expertise und Innovationskraft der bayerischen Wirtschaft und Wissenschaft weiter zu stärken, um auch künftig den bedeutenden Beitrag Bayerns zum technologischen Fortschritt der Raumfahrt sicherzustellen.
- Empfehlung 5: Es wird empfohlen, eine bayerische Raumfahrtoffensive in Aus- und Weiterbildung ins Leben zu rufen, die sowohl die Raumfahrt als auch verwandte Gebiete adressiert.
- Empfehlung 6: Es wird empfohlen, bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (KRITIS- Strategie) verstärkt die Nutzung von europäischen Satellitentechnologien zu berücksichtigen.

Zusammenfassend birgt der Wandel der Raumfahrt Chancen für die bayerische Wissenschaft und Wirtschaft. Es bleibt zu wünschen, dass die vorgeschlagenen Empfehlungen und Maßnahmen zügig angepackt und umgesetzt werden.

## Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	2
Inhaltsverzeichnis .....	4
1 Einleitung.....	5
1.1 Vision.....	7
2 Ausgangslage und Hintergrund .....	8
2.1 Raumfahrtstandort Bayern.....	8
2.1.1 Markt- und Wettbewerbsbedingungen.....	10
2.1.2 Industriestruktur.....	12
2.1.3 Forschungs- und Ausbildungsumfeld .....	13
2.2 Wirtschafts- und Technologieentwicklung.....	14
2.2.1 Ökonomische Trends .....	15
2.2.2 Ökologische Trends.....	19
2.2.3 Technologische Trends .....	21
2.3 Raumfahrttechnik in Zukunftsbildern .....	23
2.4 Aktuelle und bisherige Raumfahrtstrategien .....	26
3 Handlungsfelder und Empfehlungen.....	29
3.1 Strategische Handlungsfelder.....	29
3.2 Empfehlungen.....	35
4 Ausblick .....	62
Anlage 1: Komprimierter Maßnahmenplan zur Umsetzung der Empfehlungen .....	64
Anlage 2: Liste der beitragenden Personen .....	72

## 1 Einleitung

Die bayerische Raumfahrt kann auf viele erfolgreiche Jahre zurückblicken. Keine Ariane Rakete startet ohne wichtige Elemente aus Bayern. Bayerische Raumfahrtssystemtechnologie und Raumfahrtexperimente tragen zu den Erfolgen nationaler, europäischer und internationaler Missionen bei und bayerische Satellitentechnologie ist mit der Garant für den Blick auf die Erde oder eine reibungslose Kommunikation. An diese erfolgreiche Tradition sollte Bayern anknüpfen, wenn es um die Fortschreibung der strategischen Empfehlungen für die nächste Dekade geht.

Das vorliegende Positionspapier stellt das Ergebnis intensiver Diskussionen zwischen fachkundigen Vertretern aus Wirtschaft und Wissenschaft dar. Es geht davon aus, dass Bayern seine Anstrengungen für die Raumfahrt nicht nur als Ergänzung nationaler oder internationaler Anstrengungen sieht, sondern einen eigenständigen Beitrag zur Raumfahrt leisten will und wird. Hinzu kommt, dass die Raumfahrt sich aktuell in einem starken Wandel befindet, deswegen ist es umso wichtiger sich zu positionieren, eigene Ziele zu überdenken und neu auszurichten sowie Handlungsempfehlungen festzulegen.

Die globalen Raumfahrtaktivitäten sowie ihre Einsatzbereiche sind tragende Bestandteile einer modernen Gesellschaft. Sie reichen von Migration, Klimaschutz, Sicherheit, Mobilität bis hin zur Digitalisierung. Aber auch Aktivitäten von der bemannten Raumfahrt bis zur Erforschung des Weltraums sind nach wie vor Bestandteile der heutigen Raumfahrt. Dazu verfügt die deutsche und im speziellen die bayerische Raumfahrt über weltweit anerkannte Kompetenzen und Technologien in allen wesentlichen Bereichen der Wertschöpfungskette. Die Industrieprodukte sind technisch führend und wettbewerbsfähig. Hinzu kommt eine innovative, leistungsfähige und gut ausgebaute Forschungslandschaft mit universitären und außeruniversitären Einrichtungen, die einen wesentlichen Erfolgsfaktor sowie eine strategische Ressource darstellen.

*Die bayerische Raumfahrt verfügt über weltweit anerkannte Kompetenzen und Technologien in allen wesentlichen Bereichen der Wertschöpfungskette*

Die Motivation sich im Weltraum und mit Weltraumanwendungen zu betätigen und hierfür Kooperationen einzugehen, ist zum Teil sehr unterschiedlich:

- Führende Stellung in einem bestimmten Feld und/oder industriepolitische Erwägungen, um eine führende Rolle in einem bestimmten Bereich zu übernehmen;
- Chancen für die Entwicklung zukunftssträchtiger Technologien;
- Beteiligung an Weltraumprojekten als Möglichkeit, um die eigene Industrie weiterzuentwickeln;

- Verteidigung;
- Autonomie im Weltraum;
- Europäische/Transatlantische Zusammenarbeit;
- Technologischer Fortschritt als Antriebsfeder für Weltraumaktivitäten;
- Wissenschaftliche Erforschung des Weltraums.

Doch in den letzten zwei, drei Jahren wächst in Europa allmählich die Erkenntnis, dass die, mit dem Stichwort NewSpace umschriebenen, neuen Herausforderungen die Bedingungen der Raumfahrt grundlegend verändern. Dazu gehören die sogenannten Megatrends (Digitalisierung, Industrie 4.0, vernetzte Welt, intelligente Mobilität/Space Traffic Management, automatisiertes/autonomes Fahren, Big Data, Cyber Security und Energiespeichereffizienz), die neuen privatfinanzierten Wettbewerber (z. B. SpaceX, Blue Origin), die Ausweitungen neuer Dienstleistungen durch deutlich erweiterte technische Möglichkeiten sowie die veränderten politischen Rahmenbedingungen. Insbesondere auf europäischer Ebene ergeben sich somit neue Anforderungen an die deutsche und bayerische Raumfahrt.

*Neue Herausforderungen verändern die Bedingungen der Raumfahrt grundlegend*

Diese Entwicklung ist noch nicht beendet, auch wegen:

- des zunehmenden Wettbewerbs um Forschungsgelder;
- der konkreten forschungspolitischen Erwartungen und Vorgaben;
- des Wettbewerbs um gut ausgebildete Mitarbeiter;
- der internationalen Kooperationen in Großprojekten;
- der zunehmend leistungsorientierten Mittelvergabe;
- der aufkommenden kommerziellen Wachstumsmärkte.

Nun gilt es diesen rapiden Wandel der Raumfahrtbranche aktiv mitzugestalten. Vor diesem Hintergrund wurde das vorliegende Positionspapier zur bayerischen Raumfahrt erarbeitet:

**„Bavaria – the Space to be**

**Bayerische Raumfahrt im 21. Jahrhundert**

**Positionspapier als Beitrag  
zur bayerischen Raumfahrtstrategie“**

Alle dabei empfohlenen Maßnahmen ordnen sich der Vision unter, die langfristig die Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Wirtschaft und Forschung

sichert und stärkt. Damit bietet Bayern den Akteuren und Nutzern von Raumfahrttechnologie und Raumfahrtanwendungen Rahmenbedingungen, die dazu dienen, dass die bayerischen Akteure der Konkurrenz auch zukünftig einen oder auch mehrere Schritte voraus sind.

## 1.1 Vision

Zu Beginn der Arbeiten am Positionspapier verständigten sich alle Beteiligten aus Industrie, Wissenschaft und Forschung auf einen gemeinsamen Ausgangspunkt: einer Vision für die bayerische Raumfahrt im 21. Jahrhundert. Ziel war es, den Blick weg von der aktuellen Situation auf einen in der Zukunft liegenden Zeitpunkt zu richten und zu beschreiben wie die bayerische Raumfahrt und deren Anwendungen sich in der Zukunft entwickelt bzw. positioniert haben sollen und was dazu alles benötigt wird.

Um die Arbeit an der Vision zu erleichtern, wurde seitens des bavAIRia e.V. eine vorformulierte Vision präsentiert, die wie folgt lautete:

**„Raumfahrt als Investition für die Zukunft.**

**Bayern als Standort für kundenorientierte Raumfahrt und innovative Raumfahrtforschung nachhaltig etablieren.“**

Die vorformulierte Vision war der Ausgangspunkt, der in eine neue Vision mündete, auf die sich alle beteiligten Experten verständigten. Die Mitwirkung und das breite Spektrum der beteiligten Akteure ermöglichte die Einbeziehung verschiedener Sichtweisen auf die Zukunft der bayerischen Raumfahrt, wie auch im weiteren Verlauf des Prozesses die gemeinsame Festlegung von Schwerpunkten und geeigneten Zielen.

Die von den beteiligten Vertretern der bayerischen Industrie, Wissenschaft und Forschung gemeinsam verabschiedete Vision lautet wie folgt:

**Bavaria – the Space to be**

**Raumfahrt zum Nutzen der Gesellschaft**

**- Bayern ist eine der weltweit innovativsten und attraktivsten Raumfahrtregionen –**

Von diesem Bild aus wurde nun zurück gedacht bis in die Gegenwart, in der die zu überwindenden Hindernisse beschrieben sowie Handlungsfelder, Empfehlungen und zu ergreifende Maßnahmen dargelegt wurden.

## 2 Ausgangslage und Hintergrund

Bayern ist einer der renommiertesten Raumfahrt- und Raumfahrtanwendungsstandorte in Europa. Die Stärke des Standorts Bayern basiert auf der Vielfalt und Innovationskraft seiner Firmen, Universitäten und Forschungsinstitute. Die strukturellen Gegebenheiten der Raumfahrt- und Raumfahrtanwendungsbranche wie auch thematische Vielfalt von High-Tech Industrien und Branchen der bayerischen Wirtschaft bietet eine ideale Ausgangsbasis für die Raumfahrt und die Entwicklung von Raumfahrtanwendungen.

*Stärke des Standorts  
Bayern basiert auf der  
Vielfalt und Innovati-  
onskraft seiner Ak-  
teure*

### 2.1 Raumfahrtstandort Bayern

Bayern hat in der Raumfahrt eine lange Geschichte. Die hiesige Industrie ist in allen nationalen und europäischen Programmen mit hochwertigen Arbeitsanteilen vertreten. Schwerpunkte liegen im Bereich Satellitensysteme (Solargeneratoren, Antennen, Elektronik), Raumfahrtantrieben, Erdbeobachtungsinstrumenten und -satelliten sowie bei Zulieferungen für die europäischen Programme Ariane, Galileo und Copernicus.

Die zukünftigen Herausforderungen der Raumfahrt liegen in neuen Programmen und auch Marktsegmenten sowie im zunehmenden Wettbewerbsdruck durch frühere Schwellenländer, die heute in der Raumfahrt ein prestigeträchtiges Betätigungsfeld sehen.

Aber auch die Raumfahrtanwendungen sind zu einem festen Bestandteil unseres Alltags geworden. Tag für Tag nutzen Unternehmen und Bürger selbstverständlich Anwendungen und Dienste, wie beispielsweise Navigation, Kommunikation und Erdbeobachtung, die auf Weltraumtechnologien beruhen.

Bayern hat die Bedeutung von Raumfahrtanwendungen frühzeitig erkannt und die Entstehung dieser unterstützt. So wurde bereits 2006 das Copernicus Büro Bayern bei bavAIRia e.V. etabliert, wie auch die Entstehung des ESA Business Incubation Centres Bavaria in Oberpfaffenhofen unterstützt, welches inzwischen 3 bayerische Standorte aufweist. Auch die deutsche ESA Business Applications Botschafterin ist bei bavAIRia e.V. beheimatet. Darüber hinaus vertritt der bavAIRia e.V. Bayern im Netzwerk der europäischen Regionen, die Raumfahrttechnologien verwenden - NEREUS.

*Bayern beheimatet in-  
ternational agierende  
Unternehmen, innova-  
tive KMU, zahlreiche  
Start-ups und eine  
rege Forschungsland-  
schaft*

In Bayern sind bedeutende Kompetenzträger der europäischen und globalen Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen beheimatet. Neben international agierenden Unternehmen, innovativen Klein- und Mittelständischen Unternehmen sowie zahlreichen Start-ups und den ESA Business Incubator Bavaria, beheimatet Bayern insbesondere:

- das Galileo Kontrollzentrum,
- das DLR in Oberpfaffenhofen mit seinen Instituten, darunter das:
  - Earth Observation Center und
  - das Deutsche Raumfahrt-Kontrollzentrum – GSOC,
- die Fraunhofer- und
- Max-Planck-Institute,
- sowie den Ludwig Bölkow Campus.

Zudem gibt es eine rege Forschungslandschaft mit zahlreichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die den Bereichen Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen tätig sind. Die gute Vernetzung von Industrie und Forschung ist ein Faktor, der maßgeblich zum Erfolg des Standorts Bayern beiträgt. Die enge Verzahnung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen unterstützt die Entstehung von Innovationen, die Wettbewerbsfähigkeit, das Wachstum und die Exzellenz des Standorts Bayern, wie auch eine Umfrage unter den am Positionspapier Beteiligten zeigte. Die Zukunft liegt darin, dieses Potenzial zu nutzen, um die Raumfahrt aus Bayern weiter zu stärken und neue Raumfahrtanwendungen und Dienste zu entwickeln und diese nachhaltig zu etablieren.

Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung im Zusammenspiel mit der Industrie

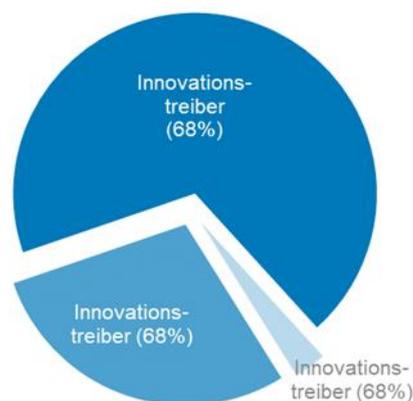


Abbildung 1: Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung im Zusammenspiel mit der Industrie

Bayern gehört mit rund 38.000 Angestellten in der Luft- und Raumfahrtindustrie zu den führenden Standorten in Deutschland. Zum Vergleich: die Beschäftigungszahlen in der deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie liegen bei 106.800. Damit sind 35% der in der Luft- und Raumfahrt Beschäftigten in Bayern beheimatet. Die Raumfahrt in Deutschland macht hiervon 8% aus.

*Bayern gehört zu den führenden Raumfahrt- und Raumfahrtanwendungsstandorten in Deutschland*

### 2.1.1 Markt- und Wettbewerbsbedingungen

Bayern hat sich als einer der führenden Hightech-Standorte in Europa etabliert. Dies gilt es nachhaltig weiter zu entwickeln. Dazu kann der Freistaat seine lange Tradition in der Raumfahrt als Inspiration für Innovation nutzen.

*Tradition in der  
Raumfahrt als Inspira-  
tion für Innovation*

Wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig symbolisiert Raumfahrt heute internationale Kooperation, Spitzentechnologie und den erfolgreichen Schulterschluss von Wissenschaft, Politik und Industrie. Raumfahrt ist ein Markt mit starken grenzüberschreitenden Vernetzungen, der sowohl institutionelle Kunden als auch den kommerziellen Sektor bedienen muss. Auf diesem weltumspannenden und konkurrenzstarken Markt sind die in Bayern ansässigen Raumfahrtunternehmen gut platziert. Ihre Produkte und zunehmend die darauf basierten Dienste liefern Hightech-Arbeitsplätze, Wachstum und Innovationen.

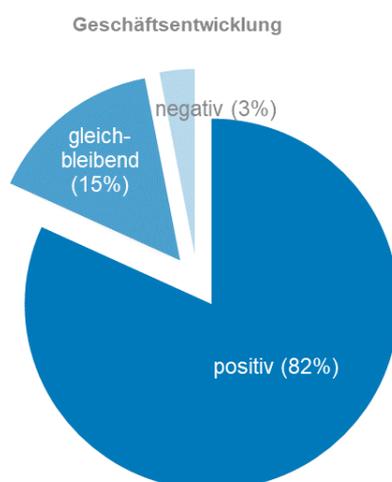


Abbildung 2: Einschätzung der eigenen mittel- und langfristigen Geschäftsentwicklung

Aber auch die Wettbewerbs- und Marktbedingungen der Raumfahrtbranche am Standort Bayern sind stark an die öffentlichen Programme der Branche gekoppelt (Abbildung 3). Die Raumfahrtagenturen planen, organisieren und steuern die Programme und Missionen, aus denen sich Aufträge und Projekte für Industrie und Wissenschaft ableiten. Auf deutscher Ebene steuert dies das Raumfahrtmanagement des DLR, auf europäischer Ebene ist es vorwiegend die ESA sowie in einzelnen Bereichen die EU. Eine Besonderheit ist, dass die nationalen und europäischen wie auch teilweise die internationalen Programme und Missionen ineinandergreifen, so dass die Raumfahrtbranche wie keine andere global und vor allem innerhalb Europas stark komplementär aufgestellt ist.

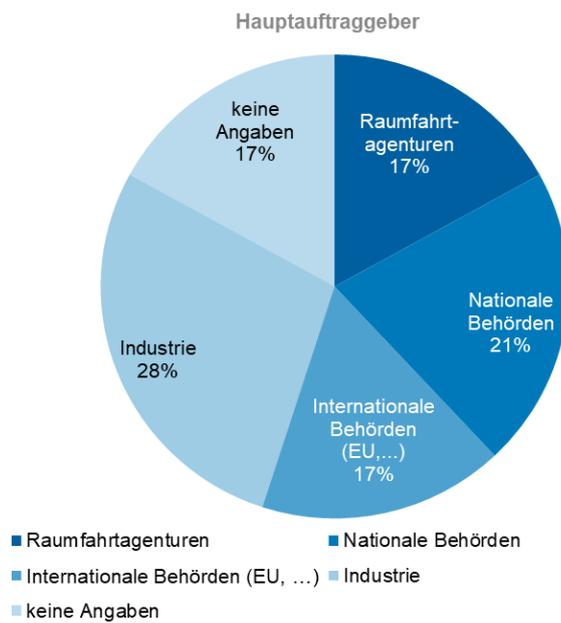


Abbildung 3: Hauptauftraggeber der Raumfahrtakteure (arithmetisches Mittel)

Aber seit geraumer Zeit stehen die europäische sowie die deutsche und damit auch die bayerische Raumfahrt vor massiven Herausforderungen. Zum einen stärken Staaten wie China, Russland und Indien ihre eigene Raumfahrt und bieten ihre Leistungen zum Teil zu überaus günstigen Preisen auf dem weltweiten Markt an. Zum anderen entdecken branchenfremde Technologiekonzerne wie Google die Raumfahrt als Technologietreiber und Marketinginstrument für ihre Dienste. Dieser Impuls ist auch als NewSpace Economy bekannt, der weitreichende Veränderungen mit sich bringt.

Hierdurch vollzieht sich auf dem Raumfahrtmarkt ein Wandel. Der Fokus liegt einerseits auf dem Nutzen von Raumfahrt für terrestrische Anwendungen und andererseits finden neue Konzepte Einzug in den bis dato „stabilen“ Markt. Dieses erfordert ein Umdenken der Branche hinsichtlich der Anforderungen an Raumfahrttechnologien, der damit einhergehenden Fertigungsverfahren und -kosten sowie wettbewerbsfähiger Preise.

Ein weiterer wichtiger Faktor in diesem härter werdenden Wettbewerb sind qualifizierte Fachkräfte und funktionelle Strukturen. In beiden Punkten ist Bayern gegenwärtig gut aufgestellt. Ein Fachkräftemangel besteht aber insbesondere bei Spezialisten, um bestimmte Technologien für Programme und Missionen in Anwendung zu bringen. Zudem steht die, im Vergleich zu anderen Branchen, relativ kleine bayerische Raumfahrtbranche mit dem ansässigen Automobil- und Maschinenbau sowie der IT-Branche in harter Konkurrenz um Fachkräfte.

*Der Raumfahrtmarkt unterliegt einem Wandel*

### 2.1.2 Industriestruktur

Mit Airbus Defence und Space, ArianeGroup, der OHB System AG und MT Aerospace AG sind drei Unternehmen von Weltformat in Bayern beheimatet. Airbus Defence and Space ist ein Geschäftsbereich der Airbus Group, spezialisiert auf militärische Luftfahrt, militärische und zivile Raumfahrtsysteme sowie Sensoren und Kommunikationstechnologie für Verteidigung und Sicherheit.

Der Fokus von Airbus Defence and Space und OHB liegt in der Entwicklung und Umsetzung von Raumfahrtprojekten. Konkret werden erdnahe und geostationäre Satelliten für Navigation, Wissenschaft, Kommunikation und Erdbeobachtung einschließlich der wissenschaftlichen Nutzlasten konzipiert und gefertigt. Aber das Portfolio umfasst auch Projektaufträge für die bemannte Raumfahrt. Im Bereich der Exploration werden Studien und Konzepte für die Erforschung unseres Sonnensystems mit den Schwerpunkten Mond und Mars erarbeitet. Leistungsstarke Aufklärungssatelliten sowie die breitbandige Übertragung von Satellitenbilddaten sind darüber hinaus Kerntechnologien für Sicherheit und Aufklärung.

Die ArianeGroup ist ein Gemeinschaftsunternehmen der Airbus Group und des französischen Konzerns Safran. Die Firma entwickelt Lösungen im Bereich Startsysteme für zivile und militärische Anwendungen für institutionelle, kommerzielle und industrielle Partner – vom Gesamtsystem über Antriebe bis hin zu Ausrüstungen und Materialien. Das Kompetenzzentrum der Gruppe am Standort Ottobrunn ist für die Entwicklung und Fertigung von Brennkammern für Raumfahrtantriebe von Trägerraketen und Satelliten zuständig.

Die MT Aerospace entwickelt und fertigt weltweit einzigartige Bauteile für Trägerraketen, Satelliten und Orbit-Transfersysteme. Hervorzuheben ist die Lieferung der größten Satellitentanksysteme der Welt. Für das kommerzielle aktuelle Trägersystem Ariane 5 und die künftige Ariane 6 fertigt MT Aerospace Komponenten wie Boostergehäuse und Tankdome für die Zentral- und Oberstufe des Trägers. Mit über 10 % Lieferanteil an der Hardware ist MT Aerospace größter Zulieferer für dieses Programm außerhalb Frankreichs.

Die besondere Stärke des Standorts Bayern ist der Mittelstand. Die rund 400 mittelständischen bayerischen Unternehmen der Luft- und Raumfahrt gehören zu den Vorzeigebespielen in Deutschland.

Sie liefern hochspezialisierte Bauteile und Komponenten oder technische Dienstleistungen, wie z.B. Elektromotoren, Konstruktionsdienstleistungen oder Softwareprogrammierung. Diese Unternehmen genießen weltweit einen

hervorragenden Ruf als zuverlässige Partner für höchste technische Herausforderungen und viele haben sich trotz ihrer im weltweiten Vergleich geringen Größe zu Weltmarktführern in ihrer Nische entwickelt. Bekannte Marken sind z.B. die IABG, mit Hauptsitz in Ottobrunn, die sich zu einem führenden Test- und Qualifizierungspartner der europäischen Raumfahrtindustrie entwickelt hat. Insgesamt betrachtet weisen die kombinierten technischen Fähigkeiten der bayerischen Zuliefererindustrie eine weltweit fast einzigartige Bandbreite auf.

### 2.1.3 Forschungs- und Ausbildungsumfeld

Der Raumfahrt- und Raumfahrtanwendungsstandort Bayern verfügt mit rund 30 Hochschulen, darunter die beiden Exzellenzuniversitäten TUM und LMU sowie die UniBwM, 8 Großforschungseinrichtungen – u.a. die Max-Planck-, DLR- und Fraunhofer-Institute – und einer überdurchschnittlich hohen F&E-Quote der Unternehmen über exzellente Forschungs- und Entwicklungsstrukturen. Das Forschungsspektrum reicht dabei von der Grundlagenforschung bis hin zur vollständigen Systementwicklung.

*Bayern verfügt über exzellente Forschungs- und Entwicklungsstrukturen*

Insgesamt herrscht auch im Bereich der Raumfahrt und ihren dazu verwandten Anwendungsbereichen – wie in vielen anderen MINT-Gebieten – ein Fachkräftemangel, dem durch aktive Nachwuchsgewinnung und konkrete Qualifikationsaktivitäten auf verschiedenen Ebenen entgegen gewirkt werden muss.

*Dem Fachkräftemangel ist durch aktive Nachwuchsgewinnung und konkrete Qualifikationsaktivitäten entgegenzuwirken*

Daneben gilt es in der beruflichen Bildung ein umfassendes Verständnis für den Bau, die Integration und Funktionsweise von Weltraumtechnologie zu gewinnen. Durch den Einsatz virtueller Technologien kann dieses Verständnis noch besser vermittelt werden. Eine „Berufsbildung 4.0“ eröffnet in den Arbeitswelten – und speziell in der Raumfahrt – neue Chancen und führt zu gut ausgebildeten Fachkräften sowie zu einer starken beruflichen Bildung in Bayern. Doch die Einführung ist mit der Entwicklung neuer Lehr- und Lernkonzepte zu begleiten.

Mit der Digitalisierung, den alternativen Arbeitsmodellen und der Entwicklung künstlicher Intelligenz stehen das Forschungs- und Ausbildungsumfeld sowie die Wirtschaft vor neuen Chancen und Herausforderungen. Die Menschen müssen dafür fit gemacht werden, wenn technische Innovationen den Arbeitsalltag verändern und neue Maßstäbe für das „lebenslange Lernen“ setzen. Hier sind die Weiterbildungsakteure aus Industrie, Universitäten und privaten Bildungsträger aufgerufen, sich der Gestaltung zu stellen und gemeinsam Lösungsansätze zu finden.

## 2.2 Wirtschafts- und Technologieentwicklung

Politik, die Wirtschafts- und Technologieentwicklung unterstützt, zielt darauf ab, das Wirtschaftswachstum einer Volkswirtschaft zu erhöhen, ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit zu verteidigen und zu steigern. Der Staat tut dabei gut, absehbare Technologietrends, wie Mikroelektronik, Digitalisierung, Telekommunikation, Megacities, Künstliche Intelligenz, Robotik oder Big Data zu analysieren und zu fördern.

*Der Staat tut gut daran, absehbare Technologietrends zu analysieren und zu fördern*

Auch die Raumfahrt ist einem technologischen Wandel unterzogen. In Zukunft werden anstelle von den zurzeit dominierenden komplexen Systemlösungen zunehmend Antworten auf Fragestellungen, wie zur fortschreitenden Digitalisierung oder zu Umweltproblematiken, verlangt werden. Darüber hinaus sind die Ausschöpfung der in der kompletten Wertschöpfungskette vorhandenen Potentiale für neue industrielle Produkte, Verfahren und Dienstleistungen sowie die kreative Weiterentwicklung der Branche durch neue Lösungsansätze und die Erschließung bisher unbekannter Zielgruppen wesentliche Herausforderungen. Durch Vernetzung innerhalb der Branche, aber auch im Zusammenspiel mit anderen Technologien und Branchen („cross industry“), werden mehr und mehr Synergien genutzt, um innovative Entwicklungen voranzutreiben.

Das belegen auch die Ergebnisse der Umfrage unter bayerischen Raumfahrtakteuren nach den wichtigsten Trends, welche in zu finden sind.

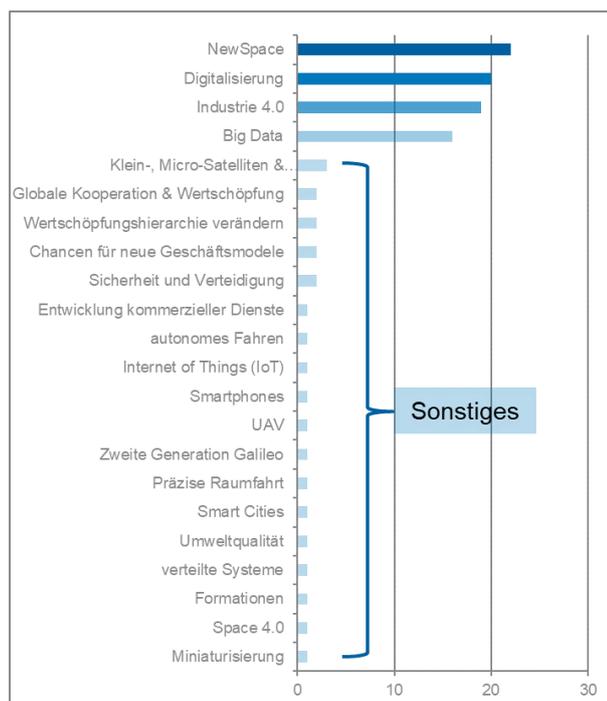


Abbildung 4: Wichtigste Trends (Mehrfachnennungen zulässig)

Rund um den Globus werden durch die verschiedenen Akteure der Raumfahrt Programme konzipiert, die versuchen, Technologien und Produktionstechniken zu identifizieren, die zu einer Beschleunigung im Sinne einer Zeitverkürzung zur Marktetablierung entscheidend beitragen können. Einhergehend mit der Beschleunigung sind Aktivitäten, die auf eine deutliche Senkung der Herstellungs- und Betriebskosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit fokussieren.

In der Diskussion sind beispielsweise Kommunikations-, Beobachtungs- oder Fertigungsplattformen in unterschiedlichen Umlaufbahnen, womit folgende künftige und zentrale Aufgaben verfolgt werden:

- Automatisierte Analysesysteme on-board sowie am Boden für die effiziente Verarbeitung der wachsenden Datenmengen zu nützlichen Big Data Informationen. Das führt zu einer starken Optimierung der Datenauswertung, Datenverarbeitung und Datenübermittlung;
- Robotisierter Aufbau, Wartung, Reparatur von Orbitalsystemen;
- Ver- und Entsorgung von Orbitalsystemen.

Die Raumfahrt kämpft bei Technologieentwicklungen mit einer besonders langen Vorlaufzeit. Einer fünf- bis zehnjährigen Konzeptions- und Vorentwicklungsphase folgt üblicherweise eine mindestens ebenso lange Entwicklungsphase. Erst danach sind diese Systeme für den Markt einsatzbereit.

*Raumfahrt kämpft bei der Technologieentwicklung mit einer besonders langen Vorlaufzeit*

## 2.2.1 Ökonomische Trends

### *Kommerzialisierung und Globalisierung*

Die Trends in den Schwerpunkten Kommerzialisierung und Globalisierung, die absehbar entscheidenden Einfluss auf die bayerische Fähigkeit für Beiträge im internationalen Raumfahrtgeschäft haben könnten, skizzieren sich beispielhaft bei den Startraketen für kleinere Nutzlasten und dem Kleinsatellitenmarkt sowie in der Erdbeobachtung, der Kommunikation und der Raumfahrtrobotik.

Weltweit gibt es derzeit etwa 40 Projekte zu Mini-Launcher Konzepten. Davon sind rund 10 % der Projekte substantiell finanziert. Hintergrund dieses hohen Interesses ist der in den nächsten 10 Jahren prognostizierte hohe Bedarf für Mikro- und Kleinsatelliten zur Kommunikation und Erdbeobachtung. Hinzu kommt, dass im Jahr 2016 das Gesamtgewicht von 60 % der 220 gestarteten Satelliten weniger als 500 kg betrug. Dies unterstreicht nach dem Analysten Euroconsult nachdrücklich den Trend zu kleineren Raumfahrzeugen. Auch erwarten die Startanbieter, dass sich der Druck auf die Industrie durch noch

*Trend zu kleineren Raumfahrzeugen*

weiter fallende Preise fortsetzen wird. Bereits heute stehen Zahlen im Raum, die auf eine 40 %ige bis 50 %ige Reduzierung des bisherigen Startpreises zielen. Damit ist die Anpassung an die sich ändernde Nachfrage sowohl eine Herausforderung als auch eine Chance für etablierte Hersteller.

Das Beratungsunternehmen Euroconsult attestiert eine deutliche Ausweitung der Fähigkeiten und der Nachfrage auf dem Kleinsatellitenmarkt. Mehr als 6.200 Kleinsatelliten sollen in den nächsten 10 Jahren gestartet werden. Wobei der Marktwert voraussichtlich bis zu 25,5 Mrd. € erreichen wird, verglichen mit 7,5 Mrd. € im vergangenen Jahrzehnt. In den Jahren 2017-2026 wird der Markt durch den Roll-out von mehreren Konstellationen/Formationen kleinerer Satelliten in niedrigen Erdumlaufbahnen getrieben werden. So wird gemäß Euroconsult erwartet, dass bereits in fünf Jahren 2/3 aller gestarteten Satelliten Teil einer Konstellation oder Formation sein werden. Allein die Herstellung der Satelliten von 2017 bis 2026 wird einen Marktwert von 14 Mrd. € davon erzielen. Diese repräsentieren dann mehr als 70 % der Gesamtsumme und es stehen vor allem kommerzielle Betreiber dahinter.

*Ausweitung der Fähigkeiten und der Nachfrage auf dem Kleinsatellitenmarkt*

Tragfähige Märkte in der Erdbeobachtung können sich dann entwickeln, wenn die gesamte Wertschöpfungskette, d.h. die Datenakquisition, der Transport, die Speicherung und Archivierung, die Datendistribution, die „Veredlung“ zu einem Produkt durch Verschnitt mit anderen Informationen „systemisch“ Berücksichtigung findet und die Latenzzeiten minimiert werden.

*Veredlung von EO-Daten zu einem Produkt durch Verschnitt mit anderen Informationen muss „systemisch“ berücksichtigt werden*

Die im Aufbau befindlichen Satellitenkonstellationen zur Kommunikation werden aus Kostengründen neue Ideen/Verfahren für die Fertigung/Kleinserienproduktion und das Satellitendesign hervorbringen. Des Weiteren muss ein Umdenken in den Methoden der Missionszuverlässigkeit erfolgen, da diese Art von Satelliten nicht mehr als Unikate bedient werden können. Standardisierte Bausteine zusammen mit der Miniaturisierung und dem Digitalisierungstrend werden kleine, leichtere und kostengünstige Satelliten hervorbringen, die auch individuelle Kundenwünsche berücksichtigen können.

*Umdenken in den Methoden der Missionszuverlässigkeit*

Erdbeobachtungsfirmen investieren in Datenanalyse und maschinelles Lernen, um Satellitendaten über das reine Bild hinaus in marktfähige Produkte zu verwandeln. Diese Art der Aufbereitung schätzen Investoren und Unternehmer als unverzichtbar ein. Das Wachstum des jeweiligen Unternehmens hängt von der Fähigkeit ab, aus der stark wachsenden Fülle der durch die Satelliten und bodengebundenen Quellen erzeugten Daten, Antworten zu extrahieren, die von Kunden aller Industrien angefragt und benötigt werden.

Die Quintessenz der neuen Techniken und der neuen a-typischen Anbieter ist, dass diese die endkundenorientierte Weiterverarbeitung am Boden

vorantreiben und so den immer bedeutenderen Teil in der Wertschöpfungskette darstellen.

Die geplanten und im Aufbau befindlichen Megakonstellationen führen in Summe zu einem rapiden Anstieg der operativen Objekte (Satelliten, ...) im niederen Erdorbit. Um in Zukunft einen sicheren Betrieb der Satelliten aufrecht halten zu können, müssen zwei weitere, sich ergänzende, Punkte notwendigerweise Berücksichtigung finden. Die, meistens kommerziellen, Betreiber müssen entweder eine operative Fähigkeit für eine sichere Entfernung des Weltraumschrotts sorgen oder es muss zukünftig die sichere Entsorgung eines Satelliten am Ende seiner Lebensdauer gesetzlich bei neuen Projekten durch ein nationales / internationales Weltraumgesetz vorgeschrieben werden.

*Für eine sichere Entfernung des Weltraumschrotts ist Sorge zu tragen*

Zusätzlich drängt der Ausbau der Überwachung dieser Objekte und der im Erdorbit kreisenden Trümmerstücke. Die Überlegungen zur Definition eines möglicherweise auch kommerziell angelegten „Space Traffic Management Systems“ müssen elementarer Bestandteil zukünftiger Überlegungen werden.

#### *Konsolidierung der Industriestruktur und neue private Mitstreiter*

Der Markt für Raumfahrtprodukte beginnt sich nachhaltig zu verändern. Traditionell waren es die Nationalstaaten, die institutionellen Kunden, wie die Raumfahrtagenturen, Regierungen, Sicherheitsbehörden oder das Militär, die mit ihren Budgets Satelliten und Raketen bestellten. Unter dem Begriff NewSpace ist ein ökonomisches System von privaten Firmen, vor allem aus der Internetwirtschaft und zunehmend auch aus anderen Industriesektoren zu verstehen, die sich rund um die Kommerzialisierung der Raumfahrt entwickeln und diese mit großen Eigeninvestitionen vorantreiben. Es führt zu einer globalen Industrie und Innovationswirtschaft, die jeden Aspekt der heutigen Gesellschaft berührt. Täglich wächst die Zahl von privaten Firmen, die Dienstleistungen und Produkte rund um die Kommerzialisierung der Raumfahrt anbieten. Von 2010 bis 2015 gingen beispielsweise die Startpreise um den Faktor 10 oder mehr zurück, auf ungefähr 5.500€/kg nach LEO, während Investments in private Raumfahrtfirmen sich dem Betrag von 2,2 Milliarden € nähern.

*Nachhaltige Veränderung des Markts für Raumfahrtprodukte*

Charakteristisch für Akteure und Anbieter bei NewSpace ist die primäre Ausrichtung ihres Geschäftsmodelles auf Marktchancen, die auf lange Sicht auch ohne signifikante staatliche Hilfe auskommen sollen. Die Markttreiber finden sich vorwiegend in den Anwendungsfeldern: Weltweite Datennetze, Breitbandversorgung und das Internet der Dinge, den Geoinformationsdiensten, Big Data und Autonome Systeme.

Die Branche hält als künftige Entwicklung die vertikale Integration von Satellitenunternehmen mit Datenverarbeitungs- und -analyse Firmen als wahrscheinlich, da die Mehrheit der Wertschöpfung aus dem Verkauf des Erkenntnisgewinns an die Kunden erfolgen wird. Im Produktionsprozess von Hardware wird die Anforderung nach Kostensenkung bei den Raketen und Satellitenherstellern auch dazu führen, dass sie mehr Komponenten im eigenen Haus produzieren, anstatt die Subsysteme über eine breitere Lieferkette zu beschaffen. Denn eine erhöhte Kontrolle über die Preisstruktur des Produktes, treibt den Hersteller zum höheren Grad der vertikalen Integration. Das Beispiel von SpaceX ist dazu gerade lehrbuchhaft. SpaceX produziert heute mehr Komponenten in den eigenen Werkhallen als es anfangs erwartet und geplant hatte.

NewSpace ist eine neue Art, Raumfahrt zu betreiben. Ziel ist geschäftlicher Erfolg, Ausgangspunkt ist die Befriedigung einer Marktnachfrage. NewSpace Geschäftsmodelle rentieren sich aufgrund ihrer Skalierbarkeit. Die Arbeitsweise von NewSpace Firmen ähnelt eher der Arbeitsweise von Unternehmen aus der Digitalwirtschaft als der ‚traditioneller‘ Raumfahrtunternehmen. Sie zeichnen sich durch Risikoübernahme privater Unternehmer und eine vornehmlich auf privates Kapital bauende Finanzierung aus.

*Arbeitsweise von NewSpace Firmen ähnelt eher derjenigen der Digitalwirtschaft*

#### *Systemfähigkeit der Zulieferer*

Die moderne Gesellschaft setzt täglich absolut selbstverständlich Raumfahrttechnologien ein. Die Fähigkeiten der bayerischen Raumfahrt führten zu heute weltweit anerkannten Kompetenzen und Technologien in allen wesentlichen Bereichen.

Der NewSpace Trend hat die Wettbewerbsintensität deutlich verstärkt und die Dynamik erhöht. Die Qualitätsvorsprünge schrumpfen schneller als noch vor einigen Jahren. Die nationalen Raumfahrtunternehmen müssen sich deshalb beständig weiterentwickeln. Die Digitalisierung verstärkt den Anpassungsdruck auf bisher von langen Entwicklungszeiten geprägten Raumfahrtprojekten. In der Konsequenz entsteht ein Spannungsfeld, das etablierte Unternehmen der „Traditional Space“ zur breitbandigen Anpassung von Geschäftsmodellen und Investitionen in neue Produktportfolios, reduzierte Fertigungstiefen, neue Supply Chains und Kooperationspartnern, aber auch neuen Kundenbeziehungen zwingt.

*Nationale Raumfahrtunternehmen müssen sich beständig weiterentwickeln*

Damit entscheiden die kommenden Jahre darüber, ob es gelingt, die Systemfähigkeit der Zulieferer unter dem sich abzeichnenden rapiden Wandel der Raumfahrtlandschaft aktiv auch aus Deutschland heraus mitzugestalten.

## 2.2.2 Ökologische Trends

### *Alternative Kraftstoffe*

Vor dem sich abzeichnenden, stark zunehmendem Startaufkommen, stellt sich die Frage nach ökologisch gestalteten Raketenstarts. Neben der Wiederverwendbarkeit von Teilsystemen der Rakete sind auch Veränderungen beim Raketentreibstoff in Betracht zu ziehen. Bei einem neu zu entwickelnden Raketentreibstoff geht es um Leistungsfähigkeit, Kosten, Umweltverträglichkeit und Stabilität der in Frage kommenden (neuen) hochenergetischen Verbindungen.

*Frage nach ökologisch gestalteten Raketenstarts*

Die Europäische Union diskutiert bereits das Verbot des giftigen Satellitentreibstoffs Hydrazin ab dem Jahr 2021, was einen großen Rückschlag für die Raumfahrtindustrie darstellen würde. Auch, wenn der Raumfahrtsektor eine Ausnahme bei der Verwendung von Hydrazin erhält, würden sich die Kosten des Kraftstoffs in Europa verdoppeln, was europäische Raumfahrtunternehmen ernsthaft benachteiligen würde. Damit könnte die europäische Raumfahrtindustrie bis zu 2 Milliarden Euro pro Jahr verlieren, weil die mit dem Treibstoff zusammenhängenden Aktivitäten wie Herstellung, Lagerung und Betankung in Länder verlegt werden, in denen keine Einschränkungen gelten. Momentan gibt es noch keine alternativen Monotreibstoffe wie Hydroxylamin-nitrat (HAN) oder Ammoniumdinitramid (AND) deren Entwicklung so weit ist, fortgeschritten ist, dass diese einsetzbar sind und so das Hydrazin in naher Zukunft ersetzen können.

### *Alternative Antriebe*

Ein anderer ökologischer Trend sind alternative Antriebe bei Trägern und Satelliten. Auch in der Zukunft werden die meisten Satelliten in einen Erdorbit mit einer herkömmlichen Rakete (d.h. mit einem chemischen Antrieb) befördert werden. Die meisten viel versprechenden Antriebe, wie Ionenantriebe, funktionieren nur im Orbit, doch bis dahin muss man erst einmal kommen. So sind Hilfen beim Start notwendig, um das Frachtgewicht zu erhöhen. Eine Möglichkeit ist die Substitution eines Großteils des mitgeführten Sauerstoffs der Rakete. Es bietet sich an, den verfügbaren Luftsauerstoff in den niedrigen Flughöhen durch luftatmende Antriebe zu nutzen. Diese sind im unteren Geschwindigkeitsbereich den Raketentriebwerken weit überlegen. Als Ergebnis benötigt die Rakete kleinere Tanks und kann so mehr Fracht in den Weltraum transportieren.

Besser sieht es bei Düsentriebwerken aus, allerdings nimmt die Effizienz bei höheren Geschwindigkeiten ab und sie können effektiv nur in der unteren

Luftschicht betrieben werden. Derzeit erscheint es kaum möglich wesentlich höhere Geschwindigkeiten als Mach 3-4 mit herkömmlichen Düsentriebwerken zu erreichen, notwendig wäre aber Mach 5-7.

Die einzigen Antriebe mit denen derzeit höhere Geschwindigkeiten erreicht werden können, sind Staustrahltriebwerke. Durch höhere Geschwindigkeit können dabei immer dünnere Luftschichten erreicht werden, bis man an der Grenze zum Weltraum in großer Höhe auf den klassischen aus Tanks bedienten chemischen Raketenantrieb übergeht. Derzeit gibt es in Großbritannien das Start-up REL (Reaction Engine Limited) mit dem Konzept SABRE das mit einem neuartigen Antriebskonzept unter Nutzung von Luftsauerstoff einen geflügelten Ein- bzw. Zweistufen realisieren will. Aktuell fördert die ESA Entwicklungs- und Fertigungskonzepte für den Staustrahl-Anteil des Gesamtantriebs. Die Bayern-Chemie, Projektpartner bei SABRE, bringt ihre Fähigkeiten und Infrastrukturen in das ESA-Projekt ein.

In der Forschung gilt es, Lösungen zu derartigen Antrieben, die großen thermischen Belastung ausgesetzt sind, zu entwickeln. Weitere wichtige Aufgaben neben der Lösung des Wärmehaushaltes sind die Abschätzung des Gewichts und der Kosten von luftatmenden Antrieben.

#### *Space Debris und Clean Space Initiative*

Ideen, wie im Orbit aufgeräumt werden könnte, gibt es viele. In niedrigen Umlaufbahnen bis etwa 1000 km Höhe läuft es zumeist darauf hinaus, die Oberstufen oder funktionslosen Satelliten abzubremesen und so gezielt zum Absturz zu bringen. Dazu müssen sie aber zunächst eingefangen werden. Die meistdiskutierten Verfahren hierfür sind Netze, Harpunen oder Roboterarme.

Die ersten beiden Verfahren soll die RemoveDEBRIS Mission im nächsten Jahr austesten. Es ist ein Technologiedemonstrator, gefördert mit 15 Millionen Euro von der EU-Kommission. Der 100 kg schwere Satellit wird, so die Pläne, gemeinsam mit anderer Fracht zunächst zur Internationalen Raumstation ISS gebracht und dort ausgesetzt. Die Systeme wurden für zukünftige Satelliten vorgeschlagen, damit sie entsorgt werden können, ohne Raumschrott zu hinterlassen.

Es ist ein erster Schritt und eine wichtige Übung. Denn eines darf bei der künftigen Entsorgung von Satelliten keinesfalls passieren: eine Kollision des Raumfahrzeugs mit seinem Zielobjekt. Das würde neuen Schrott bedeuten und noch mehr Arbeit für die orbitale Müllabfuhr.

Bei der Mission e.Deorbit, die darauf abzielt, das derzeit größte Müllobjekt im erdnahen Orbit einzusammeln, den seit 2012 funktionslosen ESA-Satelliten

*Eine Lösung zur sicheren Entfernung des Weltraumschrotts ist nötig*

Envisat, setzt die ESA daher derzeit auf einen Roboterarm. Diese Technik sei auch Grundlage für die Wartung von Satelliten im Orbit, erfordere aber zuvor die Synchronisierung der Bewegungen von Fänger-Satellit und Zielobjekt.

Gleichrangig dazu werden Radarsysteme und Sensoren für die automatisierten Verfolgungssysteme von Weltraummüll zur Sicherheit der Satelliten entwickelt. Zur Vermeidung einer möglichen Kollision mit den kontrollierten Objekten erprobt man autonome Ausweichmanöver des Satelliten.

### 2.2.3 Technologische Trends

Die technologischen Trends werden beeinflusst durch Herausforderungen wie Senkung der Transport- und Betriebskosten, Erweiterung der Produktionsverfahren sowie der Sicherheit und Zuverlässigkeit.

Die wichtigsten technischen Maßnahmen bei Transport- und Orbitalssystemen, die diesen Zielen dienen, und in den Trendanalysen hervortreten, sind:

- Einführung der Wiederverwendung;
- Verlängerung der Nutzungsdauer;
- Steigerung der betrieblichen Autonomie;
- Nutzung aktiver robotischer Interventionstechniken;
- Übergang zu geschlossenen Lebenserhaltungssystemen.

Bei den abbildenden Satellitensystemen Optik und Radar geht der Trend im speziellen Markt für hoheitliche Aufgaben weiter in Richtung höchster Auflösung und kurzer Wiederholungszeiten. Wohingegen im kommerziellen Massenmarkt ein Trend zur Bereitstellung einfacher optischer Bilder, die durch digitale Aufbereitung an die Nutzervorgaben angepasst werden, zu beobachten ist. Dies wird einerseits mit innovativer Sensorik, andererseits mit geschickt aufgestellten Satellitenkonstellationen zu erreichen versucht.

*Bei abbildenden Satellitensystemen gehen die Trends in Richtung höchster Auflösung und kurzer Wiederholungszeiten*

Allgemein treffen mit steigender Marktdynamik und Komplexität alle Satellitenbetreiber die immer kürzeren werdenden Innovationszyklen im Hard- und Softwarebereich. Flexibel auf Marktänderungen und die kommerziellen Möglichkeiten zu reagieren ist für Unternehmen überlebenswichtig. Als Folge werden auch hochflexible IT-Komponenten an Bord der Satelliten benötigt, die in der Lage sind, kontinuierliche Software-Updates zu akkommodieren.

Im anderen Fall muss die Hardware im Orbit über intelligente Satellitenbausteine ausgetauscht werden. Dies erfordert zum einen ein anderes Satellitendesign, zum anderen werden zuverlässige, standardisierte Schnittstellen benötigt, die über ein Interface mechanische, elektrische und thermale

Verbindungen herstellen. Die Funktionalität der Schnittstellen und die Etablierung eines definierten Standards bestimmen den Erfolg der modularen Bauweise.

Leichtbau und damit einhergehend das Ziel der Gewichtsreduktion sind bereits seit eh und je Motivation für Forscher und Entwickler, um z. B. die Transportmittel effizienter und schneller zu machen, die Handhabung von Produkten zu verbessern und neue Konstruktionen zuzulassen. Aktuell zeichnet sich jedoch ein nächster Schritt in der Evolution des Leichtbaus ab, die Kombination verschiedener Materialien, also Hybrid- und Verbundwerkstoffe aus Kombinationen von Metallen/Legierungen, faserverstärkten Kunststoffen und Keramiken.

Die großen Luft- und Raumfahrtunternehmen arbeiten am Einsatz additiver Produktionstechnologien, um die Produktion zu beschleunigen und die Kosten zu senken. Die Unternehmen erweitern sukzessive die Anzahl der Komponenten, die sie über das 3-D-Druckverfahren produzieren. Vorteile sind dabei Funktionsintegration, Kostensenkung und Zeitersparnis. Dies ermöglicht es benutzerdefinierte Designs für Satelliten und Satellitenteile zu erstellen, um bestimmte Funktionen zu erfüllen, und das ohne hohen Kapitaleinsatz.

*Einsatz additiver Produktionstechnologien, um die Produktion zu beschleunigen*

Die Übertragung der rasch anwachsenden Datenmengen benötigt Systeme mit höherer Kapazität und größerer Flexibilität. Um die Datenflut zu kanalisieren, stehen bahnbrechenden Technologien für Hochgeschwindigkeitsdatenverkehr und schnelle Datenprozessierung an Bord ganz oben auf der Prioritätsliste.

Mit Blick auf die schädlichen Umgebungseinflüsse des Weltalls auf die empfindlichen Systeme werden Bordsensoren entwickelt, die helfen die Bordelektronik zu schützen. Zusätzlich wird die Entwicklung eines globalen hoheitlichen Weltraumwettersystems gefördert. Im Kontext internationaler Kooperation sollen Instrumente zum Weltraumwetter auch auf kommerzielle Satelliten gebracht werden.

In den vergangenen Jahren hat die Beeinträchtigung der Satellitensignale international zugenommen. Daher wird an sicheren Kommunikationsprotokollen und Anti-Jamming Techniken geforscht, um die Sicherheit und Verbindlichkeit der Kommunikation zu gewährleisten.

*In den vergangenen Jahren hat die Beeinträchtigung der Satellitensignale international zugenommen*

Fokussierung, Interoperabilität und nahtlose Wechselbeziehung zwischen Geräten werden die Schlüsselcharakteristika des künftigen Kommunikations-EcoSystems sein, an das sich Satelliten adaptieren müssen.

Durch den steigenden Datenaustausch, der beispielsweise bei Machine-to-Machine (M2M) Anwendungen im Rahmen der Industrie 4.0 stattfindet, wird sich die Kommunikation basierend auf Satellitentechnologie in den kommenden Jahren radikal verändern. Satellitenanwendungen für diesen Markt erfordern die Entwicklung und Herstellung neuer spezifischer Systeme in großen Stückzahlen.

Ein weiterer Trend ist beim den On Orbit Services zu beobachten, bei denen es vorrangig um die Verlängerung der Lebensdauer von Satelliten geht. Unterschiedliche Konzepte befinden sich in der Diskussion: Zum einen soll ein kleiner Orbiter starten, der an den Zielsatelliten fest andockt. Anschließend übernimmt er für den Zeitraum der Lebensverlängerung mit seinem System die Lageregelung oder zusätzliche Dienste. Zum anderen ist ein Treibstoffdepot im Orbit geplant, von dem aus die entsprechenden Satelliten angesteuert und betankt sowie Nutzlastmodule ausgetauscht werden. Nach Beendigung der Wartung steht der On Orbit Service wieder anderen Kunden zur Verfügung.

Als Trend in der Satellitentechnik ist das Zusammenbringen von Raum- und Bodensegment in den Entwicklungsphasen der Plattform, Nutzlasttechnologien, Betrieb und Prozessierung zu beobachten, welches bisher immer noch getrennt nach Raum- und Bodensegment geplant und ausgeschrieben wurde. Damit können nun Synergien zwischen den beiden Bereichen genutzt werden. Zusätzlich kann bei einer gemeinsamen Auslegung von Plattform und Nutzlast auf neueste Entwicklungen zurückgegriffen werden, weil die jetzigen Strukturen nur ungenügend Ideenaustausch und damit Innovationen zulassen.

Dienstleistungen zu und die Organisation von Weltraumtransporten durch Privatunternehmen werden zudem als ein Markt mit großem Wachstumspotenzial gesehen. An innovativen technologisch getriebenen Projekten, das Geschäft mit und rund um den Weltraum auszubauen, mangelt es nicht.

*Dienstleistungen zu und die Organisation von Weltraumtransporten durch Privatunternehmen gelten als ein Markt mit großem Wachstumspotenzial*

## 2.3 Raumfahrttechnik in Zukunftsbildern

Über Trends hinaus ist auch nach Zukunftsbildern zu fragen, die zusammenbringen und zusammendenken, die die gängigen Einseitigkeiten einzelner Trends vermeiden und die annähernd so komplex sind wie die Wirklichkeit selbst. Dafür wird versucht, aus einer Fülle von Fakten und Aspekten ein zusammenhängendes Bild der Zukunft zu zeichnen. Mal stehen gesicherte empirische Daten zur Verfügung und mal liegen nur Annäherungswerte vor, die

mit Erfahrung, Wissen, Intuition und Verantwortungsbewusstsein zu einem Mosaik der Zukunft zusammengefügt werden.

Nachstehend werden drei Beispiele für Raumfahrttechnik und Raumfahrtanwendungen in Zukunftsbildern dargestellt.

### *Ein Garten im Weltraum*

Für die visionären Langzeitmissionen wird unter dem Zukunftsbild „Ein Garten im Weltraum“ geforscht und entwickelt. Beispielsweise verbrauchen Raumfahrer während einer Marsmission durchschnittlich 90 Tonnen an Wasser, Nahrung und Atemluft. Daneben müssen bei einer solchen Mission selbstverständlich auch die menschlichen Ausscheidungen entsorgt werden. Für die Lebenserhaltung der abgeschlossenen Umgebung in der lebensfeindlichen Umwelt erdenken und erforschen Ingenieure die entsprechenden Systeme.

Das Zukunftsbild sieht die Entwicklung eines regenerativen Systems vor, in welchem Nutzpflanzen die Ausscheidungen von Astronauten recyceln. Der positive Effekt ist dabei, dass über den Prozess das in speziellen Gewächshäusern angebaute Gemüse mit wichtigen Nährstoffen versorgt wird und so zur Deckung des Nahrungsbedarfes beiträgt. Darüber hinaus kann die Nutzlastmenge des notwendigen Nahrungstransportes verringert und darüber das gesamte Missionskonzept optimiert werden.

*Entwicklung eines regenerativen Systems*

### *Internet für alle*

Das Internet soll im Weltall nachgebaut werden, um es in entlegene Gegenden der Welt zu bringen. Dieses ambitionierte Ziel verfolgen verschiedene Unternehmen, wie die Google-Mutter Alphabet, Facebook, OneWeb oder LeoSat mit Hilfe des Betriebs von riesigen Satellitenflotten mit hunderten bis mehreren tausend Satelliten im niederen Erdorbit. Die Satellitensysteme sind als Megakonstellationen geplant und so ausgelegt, dass sie mehr als die Hälfte des interkontinentalen Datenverkehrs weltweit anbieten können.

*Entwicklung und Betrieb von Megakonstellationen*

Die Vorteile solcher autonomen Satellitenkonstellationen aus Klein- oder Nanosatelliten liegen im gezielten Austausch von Informationen untereinander. Darüber wird eine höhere örtliche und zeitliche Abdeckung der Erdoberfläche erzielt als mit größeren Einzelsatelliten. Zusätzlich kann der eventuelle Ausfall eines einzelnen Satelliten innerhalb eines autonomen Netzwerks besser kompensiert werden. Auch ist es möglich, Daten und Signale sehr viel schneller an die Empfangsstationen auf der Erde zu übermitteln.

Die Forschung und Entwicklung reicht von neuen Funkgeräten für bislang unerreichte Datenübertragungsraten und die Kommunikation untereinander bei möglichst geringem Energieverbrauch über die Lageregelung, das zeitgenaue

Aussetzen der Satelliten bis hin zu Herstellungs- und Montagelinien mit Automatisierungstechnik, 3-D Druck und Unterstützung durch humanoide Roboter.

Herausforderungen sind die Kosten für den Bau, orbitalen Transport und Betrieb der Satelliten, aber auch das Problem der limitierten Lizenzen für bestimmte Funkfrequenzen.

Wenn dieses Bild der Zukunft erfolgreich realisiert werden kann, steht einer Ausweitung auf wichtige Bereiche wie der Erdbeobachtung und der Erkundung ferner Planeten nichts mehr im Wege.

### *Moonvillage*

Ein nächstes Ziel in der Zukunft der Raumfahrt könnte wieder der Mond sein, der als Basis für wissenschaftliche Observatorien, als logistische Zwischenstation und als „Übungsplatz“ für den Aufbau einer weitgehend autonomen Außenstation des Menschen dienen könnte. Dafür hat die ESA das kühne Zukunftsbild „Moonvillage“ kreiert, einer Mondbasis für Astronauten. Es ist als ein gesellschaftlich offenes und internationales Gemeinschaftsprojekt sowohl für staatliche und öffentliche Einrichtungen interessierter Staaten als auch für gewinnorientierte Unternehmen angelegt.

*„Moonvillage“ - ein internationales Gemeinschaftsprojekt*

Das Konzept ist eine Basis für die Mondforschung durch Menschen und Roboter, die nicht nur Forschungszwecken, sondern auch der wirtschaftlichen Nutzung dienen soll. Sogar von der Nutzung als Zwischenstation für Raumschiffe, von Bergbau und für Tourismus ist die Rede.

Zu den Fragenstellungen, wie eine mögliche Infrastruktur und der Aufbau einer Produktion auf dem Mond oder einem Asteroiden gestaltet werden könnte, werden derzeit von mehreren Unternehmen und Forscherteams Ideen erarbeitet. Dazu zählen Strukturen, die sich nach der Landung selbstständig entfalten und Mithilfe von Robotern mit einer Schicht aus 3D-gedruckten Mondregolith anschließend geschützt werden. Oder es wird auch der Ansatz der vor Ort Fertigung eines „Backsteins“ aus Mondstaub und gebündelter Sonnenwärme verfolgt. Um auf Mörtel zu verzichten, sollen die Steine mit einem „Klickverfahren“ ähnlich wie Legosteine miteinander verbunden werden.

Darüber hinaus sind Fragen nach der Produktion neuer Werkzeuge und Hardware zu lösen, um die Mannschaften im Weltraum zu versorgen, genauso wie die Realisierung der Energiegewinnung unter extremen Umweltbedingungen und deren Speicherung. Und letztendlich muss noch die nicht kleine Menge an Ausrüstung von der Erde zu diesem Himmelskörper transportiert werden.

Die gemeinsame Triebfeder all dieser Entwicklungen in Zukunftsbildern ist ein beständiger Vorstoß in den Weltraum für die Erforschung der Erde, des

Sonnensystems und des Universums, zur Erweiterung des direkten materiellen Nutzens für die Menschen auf der Erde und schließlich für die Erschließung und Nutzung extraterrestrischer Ressourcen.

Solche Zukunftsbilder sind natürlich nicht von oben zu verordnen und erst recht nicht durch die Wissenschaft objektiv zu erstellen. Sie sind vielmehr ein Produkt zwischen den Anbietern, Konsumenten und Betroffenen der Technologietrends. Hier ist im Sinne einer Standortbestimmung ein intensiver gesellschaftlicher Diskurs sinnvoll. Beispielsweise hat die ESA im September 2016 etwa 2000 europäische Bürger aus allen 22 Mitgliedstaaten zu eingeladen, die Zukunft des Weltraums mit zu gestalten, indem sie an der eintägigen Bürgerdebatte über Raumfahrt für Europa teilnahmen.

Auf diese Weise können alternative technologische Ansichten eingebracht, funktionsorientiert nebeneinander existieren und sich möglicherweise sogar gegenseitig befruchten. Auf diese Weise könnte die notwendige Orientierung zur Förderung von Technologien einen wichtigen Impuls erhalten.

## 2.4 Aktuelle und bisherige Raumfahrtstrategien

Staaten wie die USA, Russland und China aber auch Europa erachten das Weltall als eine strategische und nicht zu diskutierende Ressource. Durch und mit der Raumfahrt und den Raumfahrtanwendungen erfüllen sie ihre Bedarfe im sozialen, wirtschaftlichen und sicherheitsspezifischen Bereich.

Das Weltall ist für sie auch ein wertschöpfender Wachstums- und Innovationsmotor, der hochqualifizierte Arbeitsplätze und innovative Dienstleistungen schafft. Anderen Industriesektoren eröffnen sich darüber Marktchancen und die damit verbunden Forschungsaktivitäten produzieren ihrerseits Innovation für die Industrie.

Neben den klassischen Raumfahrtnationen wie den Vereinigten Staaten, Russland und den europäischen Staaten streben neuen Weltraummächte wie China, Indien, Brasilien und andere mit eigenen Raumfahrtprogrammen ins All. Die Erstellung eines eigenen strategischen Konzeptes wird meistens durch Vorteile in den folgenden Bereichen begründet:

- Gesellschaft: Die Raumfahrt schafft unersetzliche und gesellschaftlich nützliche Anwendungen beispielsweise für den Umweltschutz, Navigation und Mobilität, die Kontrolle des Luft- und Schiffverkehrs, die Informationsgesellschaft, die Agrarwirtschaft und Raumplanung, die nationale Sicherheit, die humanitäre Hilfe und den Katastrophenschutz sowie die Wetterbeobachtung und die Erkundung des Klimawandels.

- **Wirtschaft:** Die Raumfahrt schafft neues Wissen, begünstigt die Entwicklung neuer Produkte sowie „neuer Formen der industriellen Zusammenarbeit“ und steigert die Wettbewerbsfähigkeit.
- **Politik:** Die Raumfahrt stärkt die Rolle eines Landes als wichtigen Akteur „auf der globalen Bühne“ und trägt somit zur „politischen Unabhängigkeit“ bei.

In der Regel sind die Adressaten einer Raumfahrtstrategie insbesondere:

- die Raumfahrtindustrie selber, d. h. sowohl Hersteller von Weltrauminfrastruktur als auch Entwickler von Anwendungen, die auf der Weltrauminfrastruktur aufbauen,
- die privaten und öffentlichen Nutzer der Anwendungen.

Grundlage aller aufgeführten Raumfahrtprogramme ist eine langfristige Raumfahrtstrategie mit klaren Visionen und Zielsetzungen und einer stringenten Programmatik für die Umsetzung. Welche Schwerpunktelemente die verschiedenen Raumfahrtstrategien beinhalten, wird in der folgenden Tabelle komprimiert dargestellt.

Handlungsfelder	DEU	EU	USA	RUS	CHN	IND	JPN	BRA
Exploration bemannt		(X)	X	(X)	X			
Exploration robotisch	X	X	X	X	X		X	
Weltraumforschung	X	X	X	X	X	X	X	X
Trägersysteme	X	X	X	X	X	X	X	(X)
Astronautische Raumfahrt	X	X	X	X	X	(X)	X	
Raumfahrtsysteme & Robotik	X	X	X	X	X	X	X	
Daten (Downstream) Informationen, Produkte & Dienste	X	X	X	X	X		X	

*Schwerpunkte weltweiter Raumfahrtstrategien*

Erdbeobachtung	X	X	X	X	X	X	X	X
Satellitenkommunikation	X	X	X	X	X	X	X	X
Satellitenavigation	X	X	X	X	X		X	
Sicherheit & Verteidigung	X	X	X	X	X		X	
Technologische Unabhängigkeit		(X)	X	X	X	X	X	
Erschließung neuer Märkte & Innovationen	X	X	X	(X)	(X)		X	
Bildung	X	X	X	X	X		X	
Sonstiges	X	X	X	X	X	X	X	

X = aktiv; (X) = wahrscheinlich

Tabelle 1: Übersicht über die Inhalte der verschiedenen Raumfahrtstrategien

### 3 Handlungsfelder und Empfehlungen

„Für die Erde ins All“ ist das Leitmotiv der deutschen Raumfahrtstrategie, denn in der Raumfahrt werden Schlüsseltechnologien entwickelt, die wesentlich zu der Bewältigung von aktuellen Herausforderungen beitragen. In vielen Bereichen wie Migration, Klimaschutz, Sicherheit, Verkehrsmanagement, Digitalisierung tragen Innovationen aus der Raumfahrt zur Lösung aktueller Fragestellungen bei. Führt man sich den gesellschaftlichen Nutzen der Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen vor Augen, wird die Bedeutung der zugrunde liegenden technischen Infrastrukturen ersichtlich.

Unter der Koordination des bavAIRia e.V. haben Vertreter aus Industrie, Wissenschaft und Forschung sieben Handlungsfelder identifiziert und gemeinsame Empfehlungen abgegeben, die für die Entwicklung der Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen in und aus Bayern von Bedeutung sind. Sie empfehlen eine Schwerpunktsetzung in den unten genannten Handlungsfeldern und die Initiierung begleitender Maßnahmen, die im Folgenden dargelegt werden.

#### 3.1 Strategische Handlungsfelder

##### **Stärkung der Einbindung von Raumfahrttechnologien in andere Themenfelder (Megatrends)**

In Bayern befinden sich viele industrielle und institutionelle Schlüsselunternehmen im Bereich der gesellschaftlichen Megatrends:

- Intelligente und autonome Mobilität;
- Digitalisierung und Big Data;
- Vernetzte Sicherheit;
- Nachhaltige Entwicklung Umwelt und Ressourcen

Hier sammeln sich Entwicklungszentren der IT, des Automobil- und Bahnverkehrs, der Energieversorger, der Telekommunikationsanbieter, der Versicherungswirtschaft und viele mehr.

Die Generierung eines nachhaltigen Standortvorteils mit Alleinstellungscharakter ist das hier angestrebte Ziel. Dies kann im Wesentlichen durch die Kombination zweier sich ergänzender Maßnahmen realisiert werden:

- Gezieltes Fördern der zukunftsrelevanten bzw. trendprägenden Schlüsselfähigkeiten und -technologien in der Raumfahrt;

- Intelligentes Zusammenführen der Industrie- und Forschungslandschaft aus Raumfahrt und anderen Branchen der Zukunftstrends.

Hierbei stehen der Ausbau und die Komplementierung vorhandener Kompetenzen in der Raumfahrt wie auch deren Verknüpfung mit und deren Nutzung in verschiedensten Branchen im Vordergrund. Dies trägt einerseits zur Stärkung des Raumfahrt- und IKT-Standorts Bayern bei und unterstützt andererseits die Entstehung eines regionalen „EcoSystems“, welches den Nährboden für die Entwicklung von Innovationen und neuen Geschäftsmodellen bietet. Der Idee der Zusammenarbeit und Vernetzung liegt die Erfahrung zugrunde, dass die gemeinsame Arbeit von etablierten Unternehmen, Investoren, Forschern, Wissenschaftlern und Gründern auf „engem“ Raum Innovationen befördert. Auf diese Weise kann es gelingen, ein regionales „EcoSystem“ zu etablieren.

#### **Förderung der Kommerzialisierung der Raumfahrt**

Dynamisches, innovatives Unternehmertum gilt in jeder Volkswirtschaft als eine Quelle des Wachstums. Unternehmer zu fördern ist daher wirtschaftspolitisch ein effektives Mittel zur Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Steigerung gesamtwirtschaftlicher Wachstumsraten. Im Fokus stehen dabei insbesondere die innovativen kleinen und mittleren Unternehmen. Die Förderung des Unternehmertums kann entlang zweier Wege erreicht werden. Zum einen kann man zusätzliche Personen in die Selbständigkeit führen, zum anderen kann man bestehende Unternehmen fördern.

Oftmals sind es aber nicht Fördermittel, die Unternehmen benötigen, wenn sie neue innovative Wege beschreiten: Neue und etablierte Unternehmer sehen sich einem zunehmend komplexen Umfeld von staatlichen Rahmenbedingungen, Anforderungen der Raumfahrtbehörden und anderen Marktanforderungen gegenüber, die mit den eigenen Wünschen und Vorstellungen in Einklang gebracht werden müssen. Oftmals genügen die bestehenden Rahmenbedingungen und Anforderungen den sich stark ändernden Anforderungen der Kommerzialisierung der Raumfahrt nicht. Damit Unternehmer die von anderen Wirtschaftsteilnehmern (außerhalb der Raumfahrt) erstellten Produkte und Produktionsfaktoren in ihren Raumfahrtproduktion einfließen lassen können und, um diese Prozesse zu vereinfachen, ist die Schaffung geeigneter rechtlicher Rahmenbedingungen für privatwirtschaftliche Weltraumaktivitäten zur Förderung der weiteren Kommerzialisierung und der internationalen Wettbewerbsfähigkeit notwendig.

### **Bayern zum attraktiven und führenden Forschungs-, Innovations- und Technologie-Standort für weltraumgestützte Produkte und Dienste machen**

Der Raumfahrtstandort Bayern steht für:

- Hightech,
- Innovation,
- Kooperation und
- Wachstum.

Aber Bayern ist auch ein Pionier für Clustermanagement in der Raumfahrt und deren Anwendungen. Im Clusterumfeld sind nachhaltige Unternehmen entstanden. Halbstaatliche Fördereinrichtungen für Entrepreneurship sind in der Vernetzung und Förderfinanzierung tätig. Mit seinem EcoSystem liefert Bayern ein gutes Umfeld für Firmenneugründungen und Innovationen, welches es weiter auszubauen gilt.

Das starke Wachstum von Raumfahrtunternehmen und Forschungseinrichtungen, beispielsweise in Oberpfaffenhofen und Ottobrunn, zieht internationales Fachpersonal an. Hier gilt es, dieses Fachpersonal auch in Zukunft zu halten und neues zu gewinnen, das kann nur gelingen, wenn Bayern auch zukünftig attraktive Arbeitsplätze und Rahmenbedingungen bietet.

Die Strukturen, in denen Raumfahrttechnologien entwickelt und produziert werden, unterliegen einer starken Veränderung. Sie verlangen eine schnellere Reaktion, eine kommerziellere Orientierung, ein querschnittliches Knowhow und eine bessere Vernetzung von Unternehmen innerhalb und mit der Wertschöpfungskette. Auch die Ausrichtung auf raumfahrtferne Anwendungsbranchen und ihre Märkte wird zunehmend wichtiger. Neue Unternehmen entstehen zunehmend an der Schnittstelle zwischen Raumfahrt und digitaler Wirtschaft sowie anderen Branchen. Forschung, Technologie und Innovation sind unerlässliche Grundlagen für die Gestaltung der Zukunft in Gesellschaft und Wirtschaft, sie sind darüber hinaus neben der Internationalisierung Merkmale besonders erfolgreicher Unternehmen.

Dies alles ist auch bei den Rahmenbedingungen (Abbildung 5) zu berücksichtigen, um das Unternehmerpotential in Bayern zu heben, wie auch Unternehmen aus dem Ausland für den Standort zu begeistern und Bayern zum führenden Standort für Forschung und Innovation, Unternehmen wie Start-ups und KMU für weltraumgestützte Produkte und Dienste zu machen.

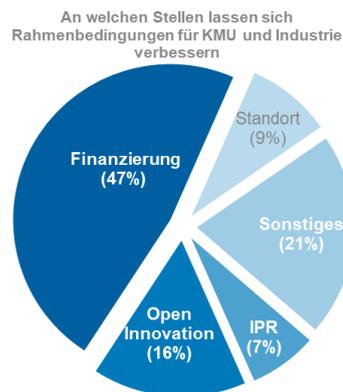


Abbildung 5: An welchen Stellen lassen sich Rahmenbedingungen für KMU und Industrie verbessern

Die Voraussetzungen, Bayern bis 2030 nicht nur zum führenden europäischen Standort mit der höchsten Dichte an Start-ups, Innovationsführern und Unternehmen für weltraumgestützte Produkte und Services zu machen, sondern auch die bayerischen Universitäten und Forschungseinrichtungen zu den weltweiten Spitzeneinrichtungen der Grundlagenforschung in der Raumfahrt und Weltraumnutzung zu entwickeln, sind mit dem vorhandenen qualifizierten und engagierten Spezialisten und Fachpersonal und der ausgezeichneten Qualität bei den Infrastrukturen günstig, müssen aber weiterentwickelt werden.

### **Stärkung der Aus- und Weiterbildung in der Raumfahrt und deren Anwendungsbereichen**

Die Aus- und Weiterbildung unterliegt einem Umbruch. In der Vergangenheit reichte die Ausbildung als Vorbereitung auf die zukünftige Rolle als Mitarbeiterin bzw. Mitarbeiter oder Führungspersonal aus. Heute jedoch, in Zeiten kürzerer Innovationszyklen, rasanten technischen Fortschritts und wirtschaftlichen Umbruchs, werden vor allem die unter dem Oberbegriff „Live Long Learning“ zusammengefassten Themen wie Erwachsenenbildung, berufs begleitende Qualifizierung bzw. die Weiterbildung immer wichtiger.

Ein gut funktionierendes Aus- und Weiterbildungssystem ist die Voraussetzung, um relevante Schlüsselqualifikationen zu erwerben und Menschen zu befähigen den Anforderungen und Veränderungen des Arbeitsalltags Rechnung zu tragen sowie Innovationen zu entwickeln und voranzutreiben. Das ständig steigende Spektrum an bereichsübergreifendem Knowhow und die damit einhergehenden Bedingungen stellen hohe Anforderung an Wissen und Können der Beschäftigten ebenso wie an die Lehrenden und damit an die Aus- und Weiterbildung an sich. Der Qualifizierung und Kompetenzentwicklung der Mitarbeitenden in der Raumfahrt und ihren Anwendungen

kommt demnach ein wesentlicher Stellenwert zu, denn ihr Knowhow trägt dazu bei, dass Unternehmen ihre Marktanteile festigen und durch ihre Innovationsfähigkeit Marktvorteile sichern können. Zudem trägt sie zur Sicherung des bedarfsgerechten Angebots an hochqualifiziertem Personal bei.

### **Schutz kritischer Infrastrukturen**

Kritische Infrastrukturen sind Einrichtungen, Anlagen oder Teile deren Funktionieren von großer Bedeutung für unsere heutige Gesellschaft ist. Kritische Infrastrukturen finden sich in der Energieversorgung, der Informations- und Kommunikationstechnologie, Transport und Verkehr und bei der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Sie sind unverzichtbar für unser Gemeinwesen, durch einen Ausfall oder eine Beeinträchtigung würden erhebliche Probleme im Bereich der Versorgung und der öffentlichen Sicherheit entstehen.

Häufig sind Infrastrukturen voneinander abhängig: z. B. ist bei einem Ausfall der Stromversorgung auch die Informations- und Telekommunikationstechnologie betroffen und umgekehrt.

Vielfach werden Satellitentechnologien in diesen Infrastrukturen genutzt, deren Funktionieren es auch in Zukunft zu erhalten gilt. Das Handlungsfeld adressiert den Schutz der kritischen Infrastrukturen und die Funktionsfähigkeit der damit verbundenen Satellitentechnologien.

### **Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit**

In Zeiten sich verändernder Rahmenbedingungen und Strukturen wie auch im Zusammenspiel von Raumfahrt mit anderen Branchen gilt es vor allem, die internationale Wettbewerbsfähigkeit bayerischer Akteure zu stärken.

Die bayerische Industrie, Wissenschaft und Forschung verfügt über weltweit anerkannte Kompetenzen und Technologien. Sie bietet Schlüsseltechnologien für Raumfahrtprodukte entlang der Wertschöpfungskette:

- von Produktion, über Equipment und Subsysteme bis hin zu kompletten Satelliten und Bodenstationen;
- von Produkten bis hin zu spezialisierten Dienstleistungen, die Raumfahrttechnologien integrieren oder auf diesen aufbauen;
- von KMU, Start-ups, Universitäten und Forschungsinstituten, bis hin zu Großkonzernen;
- von „Traditional Space“ zu „NewSpace“.

Allerdings sind im internationalen Wettbewerb neben der technologischen Expertise der Beteiligten auch die geltenden Förderrichtlinien sowie nationale und europäische Budgets für die Raumfahrt und deren Anwendungen von Bedeutung. Die nationale Technologiepolitik muss langfristig international vergleichbare Wettbewerbsbedingungen schaffen und bestehende Wertschöpfungsketten weiterentwickeln. Durch aktive, förderpolitische Maßnahmen müssen hochinnovative Projekte unterstützt werden, die dazu dienen, eine Vorreiterrolle einzunehmen. Durch die Etablierung eines bayerischen Space Information Management Systems könnten vorhandene Raumfahrt-daten den bayerischen Akteuren einfacher und schneller zugänglich gemacht werden und einen Wissensvorsprung generieren. Mit dem Aufbau eines derartigen Systems könnte Bayern ein Prototypenprojekt für ganz Deutschland auf den Weg bringen und koordinieren.

Auf weltweiter Bühne sind die bayerischen Raumfahrtakteure gefragte Kooperationspartner. Auch in Zukunft gilt es, die nationale und bayerische Raumfahrt für den Wettbewerb strategisch zu positionieren. Klassische Raumfahrt wird durch nationale wie auch ESA Programme gefördert. Wichtige Programme der europäischen Weltraumorganisation ESA stehen unter deutscher Systemführung.

Raumfahrtanwendungen werden im Wesentlichen durch EU und ESA Programme gefördert. Oftmals sind es Start-ups und KMU, die in diesen Bereichen tätig sind.

Damit bayerische Firmen und Forschungseinrichtungen in der klassischen Raumfahrt und den Raumfahrtanwendungen weiterhin wettbewerbsfähig bleiben, gilt es insbesondere nationales Budget sowie den Beitrag zu den relevanten ESA Raumfahrtbudgets nachhaltig sicherzustellen.

### **Stärkung und Sichtbarmachung technologischer Expertisen**

Vor den aktuellen Entwicklungen in der Raumfahrt, wie der zunehmenden Kommerzialisierung oder dem starken Wachstum von Anwendungen und Diensten, die Raumfahrttechnologien integrieren, ist es notwendig, die Sichtbarkeit der bayerischen Expertisen im nationalen und internationalen Kontexte deutlich zu erhöhen.

Durch die aktuellen Herausforderungen raumfahrtferner Branchen eröffnen sich insbesondere im Bereich Raumfahrtanwendungen zahlreiche neue Möglichkeiten, die es zu nutzen gilt. Zum einen gilt hier, dass die Wege wie die Teilnahme an traditionellen Raumfahrtmessen zur Erhöhung der Sichtbarkeit nicht mehr geeignet sind, vielmehr müssen Aktivitäten wie die

Teilnahme an vielfältigsten Anwendermessen, -foren und -konferenzen und clusterübergreifende Kooperationen vorangetrieben werden, um den Nutzen von Raumfahrt in den jeweiligen Branchen bekannt zu machen und die jeweiligen Akteure miteinander ins Gespräch zu bringen. Hier gilt es neue Konzepte zu entwickeln, um die Außenwirkung der Raumfahrtanwendungen zu erhöhen.

Auf der anderen Seite entwickeln deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen Systeme und Instrumente, sowie deren Bestandteile, die den Hightech-Standort Deutschland weltweit hervorheben. Was hier fehlt, ist vielfach die Interaktion zwischen den Beteiligten vor Ort, das Wissen um deren Produkte sowie Möglichkeiten zum Ideenaustausch und damit zu Innovationen. Eine umfassende Anlaufstelle könnte gewährleisten, dass Kunden die Technologien aus einem Guss erhalten und nicht mehrere, eventuell inkompatible Systeme selbst verbinden müssen. Neben der Stärkung der Sichtbarkeit der bayerischen Expertisen brächte eine derartige Quervernetzung Synergievorteile für den Kunden und dem Standort die Möglichkeit, frühzeitig neue Konzepte zu definieren und bestimmend zu formen.

Weitere Maßnahmen zur Förderung der nationalen wie auch internationalen Sichtbarkeit stellen beispielsweise die gemeinsame Durchführung von innovativen Projekten sowie deren öffentlichkeitswirksame Präsentation dar. Aktionen wie die Lange Nacht der Wissenschaft, Girls' Day und Boy's Day oder der Tag der offenen Tür bei Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen werden von der Öffentlichkeit stark wahrgenommen. Sie stellen eine Möglichkeit dar, Raumfahrttechnologien und deren vielfältigen Anwendungen auf der Erde zu präsentieren. Ferner dienen sie dazu frühzeitig die Begeisterung für die Raumfahrt und die damit verbundenen MINT-Themen zu wecken.

### 3.2 Empfehlungen

Drei Arbeitsgruppen, die sich thematisch übergreifend aus Vertretern von Wissenschaft und Forschung, Industrie sowie Universitäten und Hochschulen zusammensetzten, haben eine Reihe praxisorientierter Empfehlungen erarbeitet. Diese zeigen dringend erforderliche Schritte und Maßnahmen auf, die für eine zukunftsorientierte bayerische Ausrichtung des bewährten Erfolgsmodells „Bavaria – The Space to be“ national, europäisch und international notwendig sind. Damit kann die erlangte Systemfähigkeit und Technologieentwicklung sowie die Unabhängigkeit, gerade vor dem Hintergrund der aktuellen Megatrends, erhalten bleiben.

## Empfehlung 1:

**„Competence meets Trends“: Eine nachhaltige Verknüpfung von aktuellen Megatrends und Raumfahrt wird empfohlen, um die sich daraus ergebenden Synergien zu nutzen und neue Märkte zu erschließen.**

Raumfahrt ist heute ein unverzichtbarer Wegbereiter für technologischen Entwicklungen der modernen Gesellschaft geworden, sie dient zum/zur:

- Erkenntnisgewinn (Grundlagen über Universum und Erde);
- Informationsaustausch (Telekommunikation, Digitalisierung, Big Data);
- Mobilität (Integration von Navigation, Kommunikation und Geodaten);
- Nachhaltigkeit für Umwelt und Ressourcen (Erdbeobachtung);
- Sicherheit (Katastrophenschutz, Überwachung, Koordinierung, Zeit-/Netzsynchonisierung).

Viele Selbstverständlichkeiten unseres täglichen Alltags sowie Abläufe der mobilen Informationsgesellschaft wären ohne die Raumfahrt nicht mehr denkbar. Durch die anwendungsorientierten Telekommunikations-, Navigations- und Erdbeobachtungssatelliten sowie den mit ihnen einhergehenden Anwendungen und Diensten wird ein breites Spektrum von nachgelagerten Wertschöpfungsketten generiert.

Vor dem Hintergrund, dass Bayern nicht nur die gesamte Wertschöpfungskette in der Raumfahrt abbildet, sondern auch über ein breites Spektrum von Hightech Industrien und Branchen verfügt, gilt es die Potenziale, die Raumfahrt für andere Branchen im Bereich der Megatrends mit sich bringt, auch zukünftig zu nutzen.

Für die Umsetzung werden nachfolgend aufgeführte Maßnahmen 1.1 bis 1.4 für den Zeitraum 2018 bis 2024 empfohlen:

### Maßnahme 1.1 (2018-2019): Positionsbestimmung Raumfahrt und Megatrends in Bayern

Als Startpunkt für alle weiteren konkreten Maßnahmen zum „Brückenschlag“ zwischen Raumfahrt und gesellschaftlicher Megatrends ist zuallererst eine Positionsbestimmung nötig, welche die bereits heute erkennbare Relevanz der Raumfahrt, seiner Technologien und Produkte für die Megatrends beschreibt, gliedert und bewertet. Diese Schaffung einer ersten Diskussions- und Handlungsgrundlage stellt insbesondere auch eine

#### Maßnahme 1.1:

*Positionsbestimmung Raumfahrt und Megatrends in Bayern*

zielgerichtete und nachhaltige Ausrichtung der weiteren Aktionen sicher. bavAIRia e.V. als unabhängige Organisation mit dem Überblick über die Raumfahrtbranche in Bayern wäre ideal geeignet, eine solche Positionsbestimmung im Auftrag des bayerischen Wirtschaftsministeriums durchzuführen. Folgende Untermaßnahmen sollten hier enthalten sein:

#### Maßnahme 1.1.a: Erstellung eines Raumfahrtfähigkeitskatalogs für Anwendungen und Dienste raumfahrtfremder Branchen

Ziel ist es einen Raumfahrt-Fähigkeitskatalogs für Bayern entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Technologiezulieferungen über Instrumente und Systeme bis zu den Mehrwertdiensten zu erstellen.

Dieser sollte in regelmäßigen Abständen (alle 5 Jahre) aktualisiert werden.

#### Maßnahme 1.1.a:

*Erstellung eines Raumfahrtfähigkeitskatalogs*

#### Maßnahme 1.1.b: Darstellung zukunftsrelevanter Trends mit Schlüsselfaktoren

Es soll eine Übersicht der Megatrends mit den relevanten Schlüsselindustrien und Schlüsseleinrichtungen der Forschungslandschaft in Bayern erstellt werden. Hierin sind weitere Verbände, Organisationen und Cluster (z.B. Automotive; Werkstoffe) mit passendem thematischem Fokus zu involvieren.

#### Maßnahme 1.1.b:

*Darstellung zukunftsrelevanter Trends mit Schlüsselfaktoren*

#### Maßnahme 1.1.c: Zusammenführen der Industrie- und Forschungslandschaft aus Raumfahrt und anderen Branchen

Ein Mapping der Raumfahrtkompetenzen aus dem Fähigkeitskatalog auf die identifizierten Megatrends sollte durchgeführt werden, welches das Ziel verfolgt die konkrete Beitragsfähigkeit zu benennen. In einem nächsten Schritt gilt es, mögliche Anknüpfungspunkte bzw. Schlüsselkontakte zwischen den Branchen zu identifizieren und Multiplikatoren mit Sitz in Bayern unter gezielter Nutzung ihrer Netzwerke in die Gestaltung einzubeziehen. Da die Raumfahrtsysteme und -anwendungen wichtige Eckpfeiler für die Digitalisierung sind, sollte sie auch in die „Digitalisierungsoffensive“ des Freistaates eingebunden werden.

#### Maßnahme 1.1.c:

*Zusammenführen der Industrie- und Forschungslandschaft aus Raumfahrt und anderen Branchen*

#### Maßnahme 1.2 (2019-2023): Bayerisches Technologieprogramm „Raumfahrt im Trend“

Eine angestrebte führende Positionierung der bayerischen Raumfahrt im Zukunftsfeld der NewSpace lässt sich durch ein zielgerichtetes Förderprogramm unterstützen und verfolgen. Hiermit können spezifische Fähigkeiten und Technologien gefördert werden, welche im Schritt 1 als branchenübergreifende „Brückenkompetenzen“ der Raumfahrt identifiziert wurden. Solche „Brückenkompetenzen“ ergeben sich durch die vorangegangene

#### Maßnahme 1.2:

*Bayerisches Technologieprogramm „Raumfahrt im Trend“*

Positionsbestimmung (Maßnahme 4.1). Aus dem Fähigkeitskatalog und dem Mapping folgt die Identifizierung von Kompetenzen und Stärken mit möglichst großen Überschneidungen und Umsetzungspotenzial zwischen Raumfahrt und den raumfahrtfernen Branchen.

Ein solches möglichst über mehrere Jahre angelegtes Förderprogramm soll als Initiative des Staatsministeriums für Wirtschaft, Energie und Technologie, unter Verschränkung mit den Maßnahmen von EU, ESA und Bund (Raumfahrtmanagement (RFM) im DLR), und in Zusammenarbeit mit sowie durch Ko-Finanzierung der bayerischen Industrie- bzw. Forschungslandschaft aufgelegt werden. Hierdurch wird ein entscheidender Impuls zur strategischen Ausrichtung der Branche zu mehr Zukunftsfähigkeit und gesellschaftlicher Bedarfsdeckung gegeben.

#### Maßnahme 1.3 (2019-2024): Pionierleistungen durch kooperative Leitprojekte mit komplementären Branchen

Kooperative Leitprojekte mit komplementären, nicht Raumfahrt affinen, Branchen sollen durch staatliche bzw. industrielle Akteure oder durch Forschungseinrichtungen definiert, initiiert und umgesetzt werden. Die Unterstützung derartiger Partnerschaften mit komplementären Industrien und Regionen ermöglicht es den Beteiligten, „disruptive“ bzw. neuartige Ansätze zu verfolgen, welche idealerweise nach den Anfangsimpulsen weitgehend von den Akteuren der unterschiedlichen Disziplinen vorangetrieben und in gemeinsame Produkte oder Dienstleistungen umgesetzt werden.

Flankierende Maßnahmen, wie beispielsweise Workshops oder Best Practice Beispiele, in denen der besondere Innovationscharakter von Raumfahrt für andere Branchen präsentiert wird, sollen durch den bavAIRia Cluster Aerospace im Auftrag des bayerischen Wirtschaftsministeriums initiiert werden.

#### Maßnahme 1.4 (2018-2024): Kommunikationskampagne „Raumfahrt im Trend“ / „Bavaria – the Space to be“

Parallel zu den Impulsen, Initiativen und Projekten zur Ausrichtung und Verknüpfung der Raumfahrtbranche Richtung Zukunftstrends, soll Bayern durch aktives Standortmarketing und Kommunikationskampagnen in der öffentlichen Wahrnehmung als Brennpunkt und Brücke zwischen Raumfahrt und Megatrends positioniert und bekannt gemacht werden.

Die Sichtbarmachung bezüglich Nutzen und Mehrwert von Raumfahrttechnologien, -daten, -diensten, welche Produkte und Leistungen im täglichen

#### Maßnahme 1.3:

*Pionierleistungen durch kooperative Leitprojekte mit komplementären Branchen*

#### Maßnahme 1.4:

*Kommunikationskampagne „Raumfahrt im Trend“ / „Bavaria - the Space to be“*

Leben überhaupt erst ermöglichen, erzeugen nicht nur die gewünschte Akzeptanz und Identifikation von Hochtechnologie in der Bevölkerung, sondern fördert die weitere Anziehungskraft auf interessierte und innovative Firmen sowie auf die fähigsten Köpfe im internationalen Standortwettbewerb. Eine derartige Kommunikationsaktion mit eigenem Label „Bavaria – the Space to be“ mit zahlreichen Einzelaktivitäten der Beteiligten sollte im Netzwerk zwischen Staatsregierung, Industrie, Forschung und Verbänden durchgeführt werden. Die Kampagne soll 2019 für ein gesamtes Jahr mit entsprechendem Vorlauf durch das Management des bavAIRia Clusters Aerospace getragen werden.

Die Kampagne zielt auf die stärkere Bewerbung der Einzigartigkeit des Standorts Bayern ab.

## **Empfehlung 2:**

### **Stärkung des Zusammenspiels zwischen Raumfahrt und Digitalisierung**

Die Digitalisierung ist dabei eine intelligente, informationsbasierte, hochproduktive und hochvernetzte Welt zu schaffen. Der technische Fortschritt im Bereich digitaler Technologien nimmt immensen Einfluss auf die Gesellschaft, Wirtschaft und Arbeitswelt. Digitale Technologien ermöglichen heute einen schnellen Zugang zu Wissen, vernetzen Menschen und Maschinen über weite Distanzen und stärken die Mobilität der Gesellschaft. Hinzukommen die bereits genannten Megatrends sowie die globalen Herausforderungen der nachhaltigen Entwicklungsziele der UN, die neue innovative Ansätze und Lösungen für politisch/gesellschaftliche Herausforderungen und wettbewerbsfähige Produkte und Services fordern.

Beides führt zu massiven Produktivitätssteigerungen und völlig neuen Geschäftsmodellen. Bei einigen Geschäftsmodellen der Digitalisierung geht diese Veränderung sogar so weit, dass man von einer digitalen Disruption sprechen kann.

Der Umgang mit strategisch wichtigen, großen Datenmengen (Big Data), ihre Erfassung, Verarbeitung, Verknüpfung sowie ihr Schutz werden zu Schlüsselkompetenzen erfolgreicher Unternehmen. Die Digitalisierung wird damit Prozesse, Produkte und Services z.B. der Produktion, Logistik, Mobilität und Energiewirtschaft sowie der zivilen Sicherheit nachhaltig verändern.

Dort, wo Daten und Informationen schon digital vorliegen, werden Smart & Big Data Technologien neue Erkenntnisse und Wertschöpfungen ermöglichen. Die Raumfahrt liefert zur Digitalisierung insbesondere in den Bereichen Telekommunikation, Satellitennavigation und Erderkundung wertvolle Beiträge.

Kommunikationssatelliten können terrestrische Netze komplementieren und ermöglichen so einen flächendeckenden, leistungsfähigen und ausfallsicheren Netzzugang.

Die Satellitennavigation ist als Rückgrat einer Vielzahl innovativer Produkte, Anwendungen und Dienste schon heute nicht mehr wegzudenken.

Systeme der raumgestützten Erdbeobachtung liefern wertvolle Daten u.a. für Wettervorhersage, Umwelt- und Klimaforschung, Katastrophenprävention und zivile Sicherheit. Die Anzahl verfügbarer Daten aus Erdbeobachtungssatelliten und anderen Quellen wächst rasant. Die Kombination der unterschiedlichen Daten generiert neue Anwendungen und Produkte.

Die Digitale Strategie 2025 der Bundesregierung betrachtet den digitalen Wandel als prioritäres politisches und wirtschaftliches Handlungsfeld. Es wird darin auch klar zum Ausdruck gebracht, dass die Antworten auf die wesentlichen Fragen der nächsten Zukunft nur institutionsübergreifend, vernetzt und konzertiert gefunden und umgesetzt werden können. In Europa und Deutschland wurden dazu digitale Hub-Initiativen ins Leben gerufen, um diese Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Staat und Verwaltung zu fördern.

Um die Raumfahrt und Digitalisierung weiter miteinander zu verknüpfen, werden nachfolgend aufgeführte Maßnahmen empfohlen.

#### Maßnahme 2.1: Etablierung eines bayerischen Digital-Space-Hubs

Der bayerische Digital-Space-Hub soll in Anlehnung an die bestehenden Initiativen auf europäischer und deutscher Ebene zur Förderung herausragender bayerischer Raumfahrttechnologien und ihres Transfers in die Anwendung dienen.

Dieser Hub soll ausgehend von bestehenden Stärken der bayerischen Raumfahrt und Informationstechnologiebranche einen Innovationsraum schaffen, in dem Start-ups, etablierte KMU und Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten zusammenarbeiten. Aktivitäten und Angebote des Hubs orientiert sich dabei an den Spezifika ihrer technologie- oder anwendungsbezogenen Themenschwerpunkte und zielen auf den Ausbau und die Nutzung vorhandener Kompetenzen sowie den Aufbau zukünftig notwendiger Fähigkeiten und Infrastrukturen ab.

Ein schrittweises Vorgehen wird zur Umsetzung der Maßnahme vorgeschlagen:

##### Maßnahme 2.1.a: Definition der Erwartungen und Anforderungen an einen bayerischen Digital-Space-Hub

Eine genaue Definition der Erwartungen und Anforderungen an einen bayerischen Digital-Space-Hub soll mithilfe einer vom Bayerischen Wirtschaftsministerium beauftragten Marktanalyse festgestellt werden. Diese soll folgende Punkte des Digital-Space-Hubs beinhalten: Größe, Finanzierung, Organisation, Rolle der beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen, Business Plan, Identifizierung geeigneter Themenfelder etc. und bis Mitte 2019 abgeschlossen sein. Es wird empfohlen die Marktanalyse in jedem Falle zu beauftragen, um so zu einer sachlichen, transparenten, konsensfähigen Meinungsbildung zu kommen.

#### Maßnahme 2.1:

*Etablierung eines bayerischen Digital-Space-Hubs*

#### Maßnahme 2.1.a:

*Definition der Erwartungen und Anforderungen an einen bayerischen Digital-Space-Hub*

### Maßnahme 2.1.b: Schaffung eines bayerischen Digital-Space-Hubs

Bei positiver Begutachtung der Ergebnisse zum Digital-Space-Hub durch die Staatsregierung soll dieser in Anlehnung an die Digital Hub Initiative des Bundes zur Stärkung des Raumfahrt- und IKT-Standorts Bayern geschaffen werden.

Die an einer Mitarbeit interessierten Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten müssen innerhalb der Themenschwerpunkte des Hubs herausragende Fähigkeiten aufweisen und in der Lage sein, gemeinsam eine führende Rolle einzunehmen. Der Hub hat eine klare internationale Ausrichtung, soll aber gleichzeitig die Spitzenposition des Raumfahrtstandorts Bayern repräsentieren und untermauern.

#### Maßnahme 2.1.b:

*Schaffung eines bayerischen Digital-Space-Hubs*

### Maßnahme 2.2: Stärkung und Beschleunigung der digitalen Transformation

Bis 2018 will die Bundesregierung dafür sorgen, dass in allen Regionen Deutschlands Breitbandverbindungen mit Übertragungsraten von mindestens 50 Mbit/s zur Verfügung stehen. Bisher ist das Breitbandnetz vor allem in ländlicheren Gegenden noch nicht so weit ausgebaut, dass eine digitale Landwirtschaft davon profitieren könnte. Für viele Ortschaften und landwirtschaftliche Betriebe in ländlicheren Gegenden ist Internet über Satellit daher die einzige Möglichkeit, eine Breitband-Verbindung nutzen zu können.

Die beiden vorgeschlagenen Maßnahmen 2.2a und 2.2b tragen zur Stärkung und Beschleunigung der digitalen Transformation in Deutschland bei, indem sie terrestrische und weltraumgestützte Technologien integrieren und zugänglich machen.

#### Maßnahme 2.2:

*Stärkung und Beschleunigung der digitalen Transformation*

### Maßnahmen 2.2.a: Zeitnahe Förderung der Integration terrestrischer und weltraumgestützter Technologien durch die Staatsregierung

Diskussionen zeigen, dass sich die Herausforderungen im Bereich „Digitale Wirtschaft und Gesellschaft“ nur in Kombination mit satellitengestützten Systemen lösen lassen. Die bayerische Staatsregierung sollte daher zeitnah die Integration terrestrischer und weltraumgestützter Technologien zu folgenden Themen fördern:

- Etablierung eines offenen Zugangs für Akteure aus Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen zu von öffentlichen Stellen erfassten Daten terrestrischer Sensornetzwerke (z.B. Umweltparameter, Versiegelung, Luftschadstoffe, Energiepotenziale etc.). Diese Daten

#### Maßnahme 2.2.a:

*Zeitnahe Förderung der Integration terrestrischer und weltraumgestützter Technologien*

sind eine Voraussetzung für zukünftige Analysen unterstützt durch künstliche Intelligenz.

- Unterstützung zu Untersuchungen und Ausbau der Satellitenkommunikation durch die bayerische Staatsregierung:
  - In einem ersten Schritt wird empfohlen eine Konzeptstudie zur Satellitenkommunikation als komplementäre Technologie zur flächendeckenden Versorgung und Erhöhung der Ausfallsicherheit von Kommunikationsnetzen in Bayern und Deutschland in Auftrag zu geben.
  - Bei positiver Begutachtung der Ergebnisse, soll in einem zweiten Schritt von bayerischer Seite die Bereitstellung von ausreichenden Budgets zum Ausbau der breitbandigen/optischen Satellitenkommunikation unterstützt werden.

#### Maßnahme 2.2.b: Vernetzung der Raumfahrt-Digitalisierungs-Aktivitäten mit bayerischen Digitalisierungsinitiativen, zuständigen Gremien und Branchen

Der bavAIRia e.V. - Cluster Aerospace soll umgehend Vernetzungsaktivitäten zu bayerischen Digitalisierungsinitiativen, zuständigen Gremien, starken bayerischen Branchen und großen bayerischen Initiativen der Digitalisierung aufnehmen.

Das bayerische Wirtschaftsministerium wird gebeten, die Entsendung von Raumfahrt-Vertretern in den „Zukunftsrat der bayerischen Wirtschaft“ und in entsprechende Einrichtungen auf Bundesebene zu veranlassen.

#### Maßnahme 2.2.b:

*Vernetzung der vorgeschlagenen Aktivitäten mit bayerischen Digitalisierungsinitiativen, zuständigen Gremien und Branchen*

### Empfehlung 3:

**Es wird empfohlen, das dynamische EcoSystem bayerische Raumfahrt weiterzuentwickeln und damit zukunftsfähig zu machen. Davon profitieren bayerische Akteure, es bietet Anreize für zukünftige Unternehmensgründungen, generiert Wachstum, stärkt die Wettbewerbsfähigkeit und stimuliert Investments.**

Die Raumfahrttechnologien und –anwendungen haben in wissenschaftlicher wie ökonomischer Hinsicht beträchtlich an Bedeutung gewonnen. Sie sind mittlerweile eine Schlüsseltechnologie und spielen in den Megatrends eine herausragende Rolle. Dieser Durchdringung und Veränderung ist zum einen mit einer nachhaltigen Schaffung von rechtlichen, finanziellen wie auch förder-technischen Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen, um Fähigkeiten und Bedarfe gezielt abzustimmen, daraus Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln und eine schnelle Markteinführung zu erreichen. Als internationaler, ambitionierter und erfolgreicher Raumfahrtstandort muss Bayern auch weiterhin in die Raumfahrt investieren, um im internationalen Wettbewerb - auch mit den neuen Akteuren - bestehen zu können.

**Maßnahme 3.1: Stärkung der privat-wirtschaftlichen Investitionsbereitschaft für Space 4.0 durch Finanzanreize für diverse Nutzerbranchen („Non-Space“) ab 2019**

Die Einzigartigkeit des Gründer- und Industriestandorts Bayern muss durch eine nachhaltige aktive politische Positionierung zur Verbesserung wettbewerblicher Rahmenbedingungen und marktgetriebener Investitionskräfte, auf nationaler wie europäischer Ebene unterstrichen und gefördert werden.

Dazu ist es unerlässlich, Anreize zur Stärkung der privat-wirtschaftlichen Investitionsbereitschaft anzubieten. Denkbar sind steuerliche Begünstigung bei Forschung und Entwicklung, bei Investitionen oder bei Beteiligung an Start-ups über entsprechendes Risikokapital. Der politische Diskurs über die steuerlichen Anreize sollte über die bayerische Staatsregierung auf Bundesebene in der laufenden Legislaturperiode injiziert werden.

Weiterhin könnten Anreize zur Ansiedlung von Unternehmen, Start-ups, Spin-Offs und Forschungseinrichtungen an ausgesuchten Standorten durch das bayerische Wirtschaftsministerium bis 2020 gesetzt werden.

#### Maßnahme 3.1:

**Stärkung der privat-wirtschaftlichen Investitionsbereitschaft für Space 4.0**

### Maßnahme 3.2: Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen im nationalen / europäischen Kontext, durch eine rechtliche Prüfung des regulatorischen Umfeldes

Für deutsche Unternehmen sind die anwendbaren Regelungen des Außenwirtschaftsrechts und der Exportkontrolle von entscheidender Bedeutung für die internationale Wettbewerbsfähigkeit. Viele Unternehmen, insbesondere KMU, kritisieren, dass die geltenden Vorschriften nicht hinreichend regelmäßig überprüft werden und daher teilweise zu hohe Hürden für Exportprojekte setzen. Es wird kritisiert, dass die Genehmigungsverfahren in vielen Fällen ungebührlich lange dauern und insbesondere für KMU zu komplex sind. Es sollte daher eine regelmäßige Überprüfung der Vorschriften und Genehmigungspraxis, unter Berücksichtigung internationaler Entwicklungen, in Konsultation mit der Industrie erfolgen.

Die bayerische Staatsregierung setzt sich nachhaltig auf Bundesebene für eine regelmäßige Überprüfung der für den Export von Weltraumprodukten und -diensten anwendbaren Regelungen des Außenwirtschaftsrechts ein, mit dem Ziel, dass deutsche Unternehmen erfolgreich am internationalen Wettbewerb teilnehmen können („Level Playing Field“).

### Maßnahme 3.3: Sofortige Verbesserung von Marktzugängen durch Exportförderung für KMU als Innovationsträger und Rückgrat der bayerischen Wirtschaft

Durch eine koordinierte ressortübergreifende Exportförderung unter Federführung des bayerischen Wirtschaftsministeriums soll eine Verbesserung der Marktzugänge für KMU erreicht werden, denn jede neue Geschäftsanbahnung im Ausland ist für diese mit hohen Aufwänden und Unsicherheiten verbunden. Helfen können öffentliche Bürgschaften für KMU zur Absicherung von Exportgeschäften. Über eine so gestärkte internationale Konkurrenzfähigkeit eröffnen sich neue Umsatzquellen für die KMU. Bei Bedarf sollte eine eigene öffentliche bzw. verbandsseitige Schlichtungsstelle in Bayern ab 2019 eingerichtet werden.

Die Maßnahme zielt prioritär darauf ab, dass die staatlich-bayerischen Fördergeber KMU, die bisher noch wenig oder keine Erfahrung mit der Exportförderung durch die öffentliche Hand haben, unterstützen.

### Maßnahme 3.4: Einbindung der KMU in Normungs- und Standardisierungsverfahren

Normen und Standards sind wichtige Voraussetzungen für die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Unternehmen einer Branche wie auch

#### Maßnahme 3.2:

*Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen*

#### Maßnahme 3.3:

*Sofortige Verbesserung von Marktzugängen durch Exportförderung für KMU*

Branchen übergreifend. Vereinfacht heißt dies: Es braucht eine gleiche „Sprache“ bezüglich Art und Weise, Beschaffenheit, Fertigungsmethoden, Qualität, Gewährleistung etc. eines Produkts oder einer Dienstleistung, damit Handelspartner miteinander Geschäfte machen können.

In Normungsverfahren erstellte Regeln informieren zusätzlich über den Stand der Technik des jeweiligen Gegenstandes oder Fachgebietes. Wer Normen anwendet, folgt Empfehlungen, die von Kreisen der Fachwelt aufgestellt wurden. Ihr Zustandekommen und ihre Anwendung qualifiziert sie als anerkannte Regeln der Technik.

Gemeinsame Normen und Standards erlauben den freien Handel von Waren und Dienstleistungen ohne zusätzliche Anpassungskosten. Dafür muss die Wettbewerbs- und Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen durch die Einbindung der KMU in die Normungs- und Standardisierungsverfahren durch das bayerische Wirtschaftsministerium gestärkt werden.

**Maßnahme 3.5: Die bayerische Staatsregierung unterstützt auf Bundesebene die Abstimmungen für ein deutsches Raumfahrtgesetz mit dem Ziel, dass das Gesetzgebungsverfahren inkl. der Ausführungsbestimmungen in der neuen Legislaturperiode zeitnah abgeschlossen werden kann**

In Deutschland sind Teilaspekte der Raumfahrtaktivitäten wie die Nutzung von Satellitenfrequenzen und die Positionen im Orbit im Telekommunikationsgesetz oder etwa der Betrieb und die Verbreitung von sensiblen Erdbbeobachtungsdaten im Satellitendatensicherheitsgesetz geregelt. Ein nationales Raumfahrtgesetz steht noch aus. Darin werden u.a. Zulassungs- und Genehmigungsfragen für Weltraumaktivitäten sowie Rechtspositionen der Akteure geklärt, ein angemessenes Haftungs- und Versicherungsregime etabliert und Standards für eine sichere, umweltfreundliche und nachhaltige Raumfahrt gesetzt. Andere europäische Staaten sind da bereits weiter, wie etwa Österreich, wo bereits 2011 das „Bundesgesetz über die Genehmigung von Weltraumaktivitäten und die Einrichtung eines Weltraumregisters“ verabschiedet wurde.

Ein deutsches Gesetz ist schon seit einiger Zeit in Vorbereitung und auch die EU arbeitet beispielsweise daran, Rahmenbedingungen für die kommerzielle Nutzung der bereitgestellten europäischen Infrastruktur (Galileo und Copernicus) zu etablieren. Übergeordneten Themen wie etwa das sog. Space Traffic Management, die Vermeidung von Weltraummüll oder intensive Nutzungen mit hohem Konfliktpotential wie das Space Mining verlangen zudem nach einem stabilen internationalen Konsens.

#### **Maßnahme 3.4:**

***Einbindung der KMU in Normungs- und Standardisierungsverfahren***

#### **Maßnahme 3.5:**

***Die bayerische Staatsregierung unterstützt auf Bundesebene die Abstimmungen für ein deutsches Raumfahrtgesetz und die Verabschiedung in dieser Legislaturperiode***

Es ist daher dringend geboten, dass die bayerische Staatsregierung die Abstimmungen für ein deutsches Raumfahrtgesetz auf Bundesebene unterstützt: Dabei sollte das laufende Gesetzgebungsverfahren inkl. der Ausführungsbestimmungen in der neuen Legislaturperiode zeitnah abgeschlossen werden können.

#### **Maßnahme 3.6: Anpassung von Finanzierungsmöglichkeiten und Regularien auf die Erfordernisse der Raumfahrt**

Um auf die Erfordernisse der Raumfahrt bei der Entwicklung von Produkten und Diensten einzugehen, sind entsprechende Finanzierungsmodelle sowie die Anpassung bestimmter Regularien notwendig. Die folgenden Maßnahmen dienen auch zur Schaffung von Anreizen für neue Firmen insbesondere in den Bereichen NewSpace und Raumfahrtanwendungen, um bundesweit als die Nr.1 bei Maßnahmen zur Erhaltung und Ausbau des Raumfahrt-Eco-Systems zu gelten.

##### **Maßnahme 3.6.a: Klare Adressierung der Förderprogramme auf Nutzen- und Marktorientierung bei Neuaufgaben**

Um Nutzen- und Marktorientierung von Innovationsfördermaßnahmen (z. B. „Impact“ aus H2020) klar zu adressieren, sollten die Fördermittelgeber bzw. die Projektträger besonders auf den Wertungsfokus von Projektergebnissen achten. Hierfür kann ein erkennbarer Teil des Projektvolumens (10-20 %) vorgesehen werden. Dieser ist bei zukünftigen Programmen fest einzuplanen. Diese Maßnahme sollte ab 2019 bei Neuaufgabe von Programmen wie dem Bayerischen Raumfahrtförderprogramm und dem I&K-Programm Bayern in die Förderrichtlinien aufgenommen werden. Eine derartige zum Nutzen der Gesellschaft abzielende Förderung durch die bayerische Staatsregierung könnte eine Stärkung der Entwicklung neuer, innovativer welt-raumbasierter Produkte und Services anregen.

##### **Maßnahme 3.6.b: Verbesserung der Rahmenbedingungen für KMU Finanzierung bei Finanzmittelbeschaffung für Investitionen und Technologieentwicklung**

Als KMU steht man vor vielen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Finanzierung. Gerade KMU gelangen nur schwer an Investoren, welche die Erprobung innovativer Technologien finanziell mittragen. Mit den typischerweise geringen Eigenkapitalmitteln kann das KMU das Risiko einer Entwicklung nur teilweise abdecken. Die Akquisition von finanziellen Drittmitteln für Projekte kann durch speziell auf KMU zugeschnittene Finanzierungsmodelle erleichtert werden. Denkbar sind ko-finanzierte Entwicklungsprojekte,

#### **Maßnahme 3.6:**

*Anpassung von Finanzierungsmöglichkeiten und Regularien an die Erfordernisse der Raumfahrt*

#### **Maßnahme 3.6.a:**

*Klare Adressierung der Förderprogramme auf Nutzen- und Marktorientierung bei Neuaufgaben*

#### **Maßnahme 3.6.b:**

*Verbesserung der Rahmenbedingungen für KMU Finanzierung bei Finanzmittelbeschaffung für Investitionen und Technologieentwicklung*

Unterstützung bei Bankbürgschaften für Maschinen und Anlagen bis hin zu Steuererleichterungen für Firmen mit hohem Anteil der Technologieentwicklung (Vorbild: Portugal). Es wird empfohlen, dass das bayerische Wirtschaftsministerium eine dahingehende Verbesserung der genannten Finanzierungsmodelle anstößt.

#### Maßnahme 3.6.c: Startmöglichkeiten für Start-up-Unternehmen in den ersten Jahren verbessern

Analysen haben gezeigt, dass sich Start-up-Unternehmen in der Schweiz, Israel oder UK in den ersten Jahren deutlich besser kapitalisieren lassen. Neben höheren Förderbeiträgen ihrer nationalen Programme (> 100.000 Euro Anschubfinanzierung) dürfen sich bereits von Anfang an weitere Kapitalgeber beteiligen. Der jeweilige Inkubator hält in diesen Ländern selbst eine Beteiligung am Start-up oder hat sich zumindest das Recht auf Wandlung eines Darlehens in eine Beteiligung einräumen lassen. Das sind Anreizsysteme, die auch die Bedingungen für Start-up Unternehmen im EcoSystem Raumfahrt in Bayern weiter verbessern können und die Inkubator-Tätigkeit nachhaltig finanzieren helfen. Es wird empfohlen die Förderregularien für Start-up Unternehmen in den ersten Jahren dahingehend zu verändern.

Ein weiteres geeignetes Instrument zur Umsetzung dieser Maßnahme könnten die Etablierung sogenannter „One stop shops“ sein. Diese unbürokratischen Stellen unterstützen Start-up Unternehmen bei der Suche nach Wagniskapital über alle Gründerphasen hinweg. Die „One stop shops“ sollten bis spätestens 2020 durch die Regierungsbezirke in den Ämtern ausgesuchter Kommunen und Städte eingerichtet werden. Die Festlegung der Kommunen und Städte erfolgt durch die Staatskanzlei auf Vorschlag des bayerischen Wirtschaftsministeriums.

#### Maßnahme 3.7: Überprüfung der gesetzgeberischen oder regulatorischen Maßnahmen auf Landesebene zur umgehenden Nutzung der europäischen Satellitendienste

Deutschland investiert in erheblichem Maße in die EU-Raumfahrtprogramme Copernicus und Galileo/EGNOS. Die Systeme haben mittlerweile einen operationellen Stand erreicht, in dem mit der Erbringung der verschiedenen Dienste begonnen wurde. Um die deutschen und europäischen Investitionen zu sichern, müssen die verschiedenen Dienste erfolgreich in die Anwendungsmärkte eingeführt werden. Die Nutzung der Dienste von Copernicus und Galileo/EGNOS sollte auch auf Landesebene von Bayern gefördert werden. Neben der Förderung von Pilotprojekten sollten dabei auch regulatorische Maßnahmen genutzt werden, welche die Nutzung von Copernicus bzw.

#### Maßnahme 3.6.c:

*Startmöglichkeiten für Start-ups in den ersten Jahren verbessern*

#### Maßnahme 3.7:

*Überprüfung der gesetzgeberischen oder regulatorischen Maßnahmen auf Landesebene zur umgehenden Nutzung der europäischen Satellitendienste*

Galileo/EGNOS für die Erfüllung hoheitlicher Aufgaben in Bayern vorschreiben. Zu denken ist beispielsweise an Vorschriften zum Einsatz der Dienste durch die zuständigen Behörden im Vermessungswesen, im Umweltschutz, bei kritischen Infrastrukturen, in der Landwirtschaft oder auch im öffentlichen Nahverkehr.

Konkret wird die bayerische Staatsregierung aufgefordert, zeitnah zu prüfen, welche gesetzgeberischen oder regulatorischen Maßnahmen auf Landesebene möglich und sinnvoll sind, um die Nutzung der Dienste von Copernicus und Galileo/EGNOS durch öffentliche Stellen in Bayern sicherzustellen und damit die Markteinführung zu fördern und zu beschleunigen. Darüber hinaus wird die bayerische Staatsregierung gebeten, gleichgerichtete Überlegungen auf Bundesebene zu unterstützen.

#### **Empfehlung 4:**

**Es wird empfohlen, die vorhandene technologische Expertise und Innovationskraft der bayerischen Wirtschaft und Wissenschaft weiter zu stärken, um auch künftig den bedeutenden Beitrag Bayerns zum technologischen Fortschritt der Raumfahrt sicherzustellen.**

In Bayern sind wesentliche Zukunftstechnologien in der Raumfahrt vertreten, diese gilt es auch zukünftig weiter zu stärken um Bayern nachhaltig als Innovations- und Hightech-Standort der Raumfahrt zu etablieren. Die gezielte Unterstützung ist einerseits notwendig zum Erhalt und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Industrie in allen Bereichen der Wertschöpfungskette, bei Technologien auf System-, Subsystem- und Nutzlastebene, bei der Produktionstechnologie sowie zum Ausbau von weiteren Schlüsseltechnologien, insbesondere für die neuen Raumfahrtmärkte. Andererseits braucht es einen konzertierten Antritt, um weltweit als Anbieter oder Vermittler von Raumfahrt-Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und damit als souveräner Partner in der Raumfahrt wahrgenommen zu werden. Damit wird auch die weltweite Sichtbarkeit Bayerns als Hochtechnologie-Standort gewährleistet. In weiterer Konsequenz hebt das die Anreize zur Ansiedelung neuer Raumfahrtfirmen, insbesondere auf Anwenderebene (siehe auch die dritte Empfehlung zum „EcoSystem Raumfahrt“).

**Maßnahme 4.1: Etablierung eines „Space Linking Node“ als virtuelles Netzwerk, im Sinne einer „Maklerfunktion“, um innovative Gesamtsysteme (Produkte bis Anwendungen) aus Bayern heraus anbieten zu können**

Insbesondere durch die NewSpace Aktivitäten und die Digitalisierung sind Innovationen schneller, disziplinüberschreitender und disruptiver geworden. Plattformen und neue Geschäftsentwicklungskonzepte stellen traditionelle Geschäftsmodelle und sicher geglaubte Märkte in Frage. Eine Übersicht über aktuelle Fähigkeiten und Technologieentwicklung bayerischer Raumfahrtakteure ist nicht vorhanden. Daher wird die Etablierung eines „Space Linking Node“, eines virtuellen Netzwerks, empfohlen, um innovative Gesamtsysteme aus Bayern anbieten zu können. Über eine solche virtuelle Anlaufstelle kann die Raumfahrtbranche eine Beratungsinstanz für „Newcomer“ und etablierte Einrichtungen anbieten und so diesen Herausforderungen begegnen und daraus entstehende Marktpotentiale erschließen. Dabei profitieren beide Seiten: die etablierte Raumfahrtindustrie und die jungen Gründer von den Erfahrungen und Kontakten der Alteingesessenen. In der Satellitentechnik wird beispielsweise bisher immer noch getrennt nach Raum- und

#### **Maßnahme 4.1:**

**Etablierung eines „Space Linking Node“ als virtuelles „Makler“-Netzwerk**

Bodensegment geplant und ausgeschrieben. Daher können Synergien zwischen den beiden Bereichen nicht genutzt werden, weil hierzu evtl. eines der beiden Segmente verteuert werden müsste, obwohl das Gesamtsystem am Ende günstiger wird. Zusätzlich wird beispielsweise bei der vorhandenen gemeinsamen Auslegung von Plattform und Nutzlast nicht intensiv genug auf neueste Entwicklungen zurückgegriffen, weil die jetzigen Strukturen nur ungenügend Ideenaustausch und damit Innovationen zulassen.

Durch den „Space Linking Node“ werden Kommunikationswege verkürzt und direkte persönliche Zusammenarbeit auf allen Ebenen befördert. Die Maßnahme zur Etablierung des „Space Linking Nodes“ sollte über folgende zwei Untermaßnahmen erfolgen:

#### Maßnahme 4.1.a: Durchführung eines „Space Linking Node“-Workshops zur Ermittlung der aktuell vorhandenen Fähigkeiten

Im ersten Schritt wird die Durchführung eines eintägigen „Space Linking Node“-Workshops zur Ermittlung der aktuell vorhandenen Fähigkeiten, zur Aufstellung des Bedarfs sowie zur Identifikation fehlender Kompetenzen empfohlen. Der Workshop sollte durch das Bayerische Wirtschaftsministerium in Zusammenarbeit mit dem bavAIRia Cluster Aerospace bereits Ende 2018/Anfang 2019 vorbereitet und durchgeführt werden. Die Auswertung der Workshop Beiträge liefert die nötigen Ansatzpunkte für die komplementäre Ergänzung bei Technologiefeldern, Partnern und Innovationsfeldern.

#### Maßnahme 4.1.a:

*Durchführung eines „Space Linking Node“-Workshops*

#### Maßnahme 4.1.b: Ab Mitte 2019 Gründung und Aufbau des „Space Linking Nodes“ für Kunden, Anwender und neue Partner unter Federführung der Raumfahrtindustrie mit Unterstützung durch den bavAIRia e.V.

Basierend auf einer erfolgreichen Evaluierung der Ergebnisse der Workshops wird Mitte 2019 die Gründung und der Aufbau des „Space Linking Nodes“ empfohlen. Unter Berücksichtigung der Workshop-Ergebnisse sollte unter Federführung der Raumfahrtindustrie mit Unterstützung durch den bavAIRia e.V. ein tragfähiges und nachhaltiges Betriebs- und Finanzierungskonzept entwickelt werden. Das Bayerische Wirtschaftsministerium ist hierbei frühzeitig in den Prozess der Konzeptionierung mit einzubeziehen. Ein entsprechendes Marketing durch den verantwortlichen Betreiber des „Space Linking Nodes“ ist vorzusehen.

#### Maßnahme 4.1.b:

*Gründung und Aufbau des „Space Linking Nodes“*

#### Maßnahme 4.2: Initiierung eines Programms zur Unterstützung von Leuchtturmprojekten ab 2019

Eine weitere Maßnahme zur Stärkung der vorhandenen bayerischen Expertisen und einen bedeutenden Beitrag zum technologischen Fortschritt der

deutschen Raumfahrt, stellt die Initiierung eines Programms zur Unterstützung von Leuchtturmprojekten dar.

Leuchtturmprojekte sind spezielle Demonstrationsprojekte, welche die bayerische Raumfahrt ab 2019 konkret sichtbar machen sollen und dienen der Markterprobung. Sie sind beispielgebend in technologischer und ökologischer Hinsicht und tragen dazu bei, bayerische Raumfahrt-Innovationen zur Marktreife zu bringen. Leuchtturmprojekte entfalten nationale Ausstrahlung. Sie entwickeln und demonstrieren innovative Raumfahrtlösungen im Maßstab 1:1 und ermöglichen eine umfassende technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Beurteilung im Hinblick auf eine kommerzielle Einführung. Sie geben Antworten auf Fragen von Wartungs- und Unterhaltsaufwand. Sie machen potenzielle Anwender auf die neue Technologie, das neue Produkt oder das neue Herstellungsverfahren aufmerksam.

Leuchtturmprojekte stellen ein unabdingbares Bindeglied zwischen Forschung im Labor und dem Markt dar. Die Unterstützung der öffentlichen Hand in diesem sensiblen Entwicklungsstadium innovativer Technologien vermindert das Risiko der Privatwirtschaft genau an jenem Ort der Wertschöpfungskette, an dem private Investitionen nur in sehr beschränktem Maße erfolgen. Sie können auch Raumfahrt in der Bevölkerung konkret fassbar machen und bei den Umsetzungspartnern starke Impulse für Innovationen auslösen.

#### Maßnahme 4.2.a: Konzeptentwicklung und Umsetzung

Das bayerische Wirtschaftsministerium als Entscheidungsträger ist aufgerufen, sich der Konzeptentwicklung und Umsetzung des Programms zur Unterstützung von Leuchtturmprojekten zügig zu stellen. Mit einem derartigen Programm können innovative Themen mit Ausrichtung für die Zukunft vorangebracht werden. Es bringt alle Beteiligten als Akteure an einen Tisch und liefert umsetzbaren Strategien.

Für den Start des Leuchtturmprogramms zur Stärkung der vorhandenen bayerischen Expertisen und um einen bedeutenden Beitrag zum technologischen Fortschritt der deutschen Raumfahrt zu leisten, wird die Initiierung und Unterstützung zweier konkreter Leuchtturmprojekte in den nächsten zwei Jahren vorgeschlagen.

#### Maßnahme 4.2:

*Initiierung eines Programms zur Unterstützung von Leuchtturmprojekten ab 2019*

#### Maßnahme 4.2.a:

*Konzeptentwicklung und Umsetzung*

#### Maßnahme 4.2.b: Initiierung zweier Leuchtturmprojekte:

##### a.) Mini-Launcher und dessen Technologieentwicklung

##### b.) Vernetzte Kleinsatelliten

In einem ersten Schritt sollen die unter a.) und b.) vorgeschlagenen Leuchtturmprojekte unter Mitwirkung von Universitäten, Forschungseinrichtungen und Industrie umgesetzt werden.

Bayern weist in diesen Bereichen hervorragende Kompetenzen auf, sei es bei der Entwicklung und Produktion von Raketenkomponenten oder beim Betrieb von Satellitenformationen sowie beim Bau von Klein-Satelliten. Auf dieser Grundlage können die Technologien für besonders zukunftssträchtige Raumfahrtssysteme und deren Leistungsfähigkeit im Orbit demonstriert werden.

Die beiden Leuchtturmprojekte „Mini-Launcher“ und „vernetzte Klein-Satelliten“ ergänzen sich in hervorragender Weise, beispielsweise für die Durchführung einer gemeinsamen Mission. So könnte mit dem Mini-Launcher gezielt die Satellitenformation in einen vorgesehenen Orbit gebracht werden. Weiterhin könnte beispielsweise auch die Fähigkeit zum Ersetzen einzelner defekt gewordener Satelliten in einer Mega-Konstellation vorgeführt werden.

Der bayrische Führungsanspruch sollte sein, die Entwicklung, Produktion und den operativen Betrieb bei den Leuchtturmprojekten zu initiieren und voranzutreiben. Dies soll unter Einbeziehung der in Bayern zu entwickelnden Fähigkeiten/Technologien und dann im Weiteren unter Einbeziehung weiterer in Deutschland und Europa vorhandenen Fähigkeiten/Kapazitäten erfolgen.

Neben der Umsetzung des vernetzten Kooperationsszenarios zielen diese beiden Leuchtturmprojekte auch auf den Transfer der in dem jeweiligen Einzelprojekt entwickelten Technologien in die industrielle Fertigung und Produktion von Kleinsatelliten ab.

Die aufgeführten Maßnahmen mit den verbundenen Herausforderungen und Chancen zu den Leuchtturmprojekten Mini-Launcher und vernetzte Kleinsatelliten stellen nicht per se eine Begründung für die Entwicklung eines neuen Trägersystems mit Raketen- oder Kombinationsantrieb dar.

Vor Maßnahmenbeginn ist eine Analyse und Quantifizierung der relevanten Elemente notwendig. Hierzu sind werden die folgenden Schritte a-g in den Jahren 2019 bis 2020 empfohlen:

- a.) Definition der Projekt-Schwerpunkte bei dem Mini-Launcher durch die bayerische Launcher-Industrie;

#### Maßnahme 4.2.b:

*Initiierung zweier  
Leuchtturmprojekte  
ab 2019*

- b.) Definition spezifischer Anforderungsprofile besonders innovativer und ansprechender Satelliten-Formations-Missionen im Bereich der Erdbeobachtung und der Telekommunikation;
- c.) Europäische Abstimmung (Kunden, Industrie und Agenturen) zwecks Verwendung dieser Technologien für europäische Träger und Kleinsatelliten;
- d.) Erstellung eines Entwicklungsplanes für den Mini-Launcher und die Kleinsatelliten;
- e.) Erstellung einer Roadmap zur Realisierung mehrerer zukunftssträchtiger Beispielmissionen;
- f.) Auswahl einer besonders vielversprechenden ersten Demonstrationsmission zur Realisierung;
- g.) Vorlage eines Entwicklungs- und Kostenplanes beim Bayerischen Wirtschaftsministerium.

Die Ergebnisse der einzelnen Schritte ergeben zusammen einen aussagekräftigen Stand der Technik und eine abgestimmte Vorgehensweise. Darüber hinaus besteht mit diesen sieben Schritten die Absicht, eine an festgelegten Szenarien orientierte Beurteilung der Systeme, der notwendigen Technologieentwicklung und der zu erwartenden Entwicklungskosten für die vorgeschlagenen Leuchtturmprojekte Mini-Launcher und Vernetzte Kleinsatelliten zu erhalten. Darauf aufbauend kann das Bayerische Wirtschaftsministerium seine endgültige Entscheidung treffen.

#### Maßnahme 4.2.c: Evaluierung nach Ergebnissen der Maßnahme 4

Das Programm soll auf Basis der beiden vorgeschlagenen Leuchtturmprojekte evaluieren, ob sämtliche mit der Fördermaßnahme angestrebten Programmziele in der Förderperiode grundsätzlich erreicht wurden. Wenn die Evaluation die Wirksamkeit der Fördermaßnahme im Verhältnis zu ihren Zielen bestätigt hat, könnte das Wirtschaftsministerium in einer zweiten Förderphase den Aufruf zur Einreichung weiterer Vorschläge für Leuchtturmprojekte zu ermöglichen.

#### Maßnahme 4.3: Bereitstellung leistungsfähiger „cloudbasierter“ Plattformen zur Nutzung durch Start-up Unternehmen bei Big Data Anwendungen oder Produktionsunterstützung

Egal, wie gut die Geschäftsidee basisfinanziert ist, Start-up Unternehmen haben bei der konkreten Umsetzung ihrer Idee, wie der Verarbeitung großer Datenmengen der Erdbeobachtung oder eines Hardware-

#### Maßnahme 4.2.c:

*Evaluierung nach  
Ergebnissen der  
Maßnahme 4*

Entwicklungsprogramms, Schwierigkeiten beim Zugang zu leistungsfähigen Rechnerkapazitäten.

Vor diesem Hintergrund ist die Bereitstellung leistungsfähiger „cloudbasierter“ Plattformen mit Breitbandanbindung für Start-ups durch Rechenzentren strategischer Partner geboten. Hinter der geforderten Bereitstellung steht eine langfristige Strategie zur Fortführung bayerischer Start-up Programme, wie beispielsweise das ESA BIC.

Die Bereitstellung solcher Plattformen muss in die Richtlinien der Förderinstrumente durch das bayerische Wirtschaftsministerium einfließen.

#### **Maßnahme 4.4: Auslobung eines Innovationspreises und „Bayerischen Ausgründungspreises“ für bayerische Firmen in Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen**

Es wird empfohlen, dass die bayerische Staatsregierung ab 2019 zwei Preise auslobt: einen Innovationspreis und einen Ausgründungspreis für bayerische Raumfahrtfirmen Firmen.

Die beiden Preise sollen eine Qualitätsauszeichnung für junge und etablierte Unternehmen darstellen und anders als andere Preise, nicht nur Start-ups mit guten Ideen auszeichnen, sondern auch Unternehmen, die bereits länger erfolgreich etabliert sind. Die Preise würdigen damit auch Durchhaltevermögen und den notwendigen langen Atem bei Innovationen. Das ist Ermutigung und Anerkennung für nachhaltiges und risikobereites Unternehmertum.

Darüber hinaus bedeutet ein Preis verliehen durch die bayerische Staatsregierung automatisch Reputation. Das wird von Kunden und auch von den Medien wahrgenommen, als ein echtes Gütesiegel.

#### **Maßnahme 4.3:**

**Bereitstellung leistungsfähiger „cloudbasierter“ Plattformen**

#### **Maßnahme 4.4:**

**Auslobung eines Innovationspreises und „Bayerischen Ausgründungspreises“ für bayerische Firmen in Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen**

## **Empfehlung 5:**

### **Es wird empfohlen, eine bayerische Raumfahrt-offensive in Aus- und Weiterbildung ins Leben zu rufen, die sowohl die Raumfahrt als auch verwandte Gebiete adressiert.**

Gut ausgebildete Fachkräfte sind das Rückgrat der deutschen und bayerischen Wirtschaft. Daher ist es wichtig dauerhaft in gut ausgebildetes Personal zu investieren, in die Weiterentwicklung der Fähigkeiten und Kompetenzen vor allem auch im Bereich Querschnittstechnologien.

Das betrifft sowohl das akademische Studium als auch die Berufsausbildung. Zusätzlich sollten alle weiteren Phasen der beruflichen Entwicklung und Qualifizierung berücksichtigt werden. Gebraucht werden einerseits gut ausgebildete Expertinnen und Experten, andererseits müssen sowohl im Studium wie auch in der Berufsausbildung allgemeine Grundkenntnisse zum Umgang mit den veränderten und neuartigen Techniken vermittelt werden.

Um den Standort Bayern in der Raumfahrt und den Raumfahrtanwendungen weiter ausbauen zu können, bedarf es einer gezielten Erhöhung von ausgebildetem Fachpersonal. Die eigentliche Rekrutierung von geeigneten Studierenden im MINT-Bereich stellt nach wie vor eine Herausforderung dar. Ziel muss sein, die Anzahl Studierender in den MINT-Bereichen zu erhöhen.

#### **Maßnahme 5.1: Begeisterung bei Schülern für die Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen über mehrjährige Aktionen wecken**

Hierfür müssen durch das bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus weiterhin Formate wie Kinderunis, Girls'Days und Boys'Days, Studieninformationstage sowie Auftritte auf Fachmessen und -tagungen bedient werden. Trotz dieser bereits erfolgreichen Marketingaktivitäten bedarf es ergänzender Maßnahmen um die Anzahl geeigneter Studierender für Raumfahrt zu erhöhen. Daher werden zunächst folgende Schritte empfohlen:

##### **Maßnahme 5.1.a: Bestandsaufnahme der bestehenden Raumfahrt-MINT-Aktivitäten in 2018**

Als Startpunkt empfiehlt sich eine Bestandsaufnahme der bestehenden bayerischen Raumfahrt-MINT Aktivitäten. Diese Bestandsaufnahme könnte im Rahmen einer durch das bayerische Wirtschaftsministerium angeregten Studie durch das Staatsministerium für Unterricht und Kultus vergeben werden.

##### **Maßnahme 5.1.b: Erstellung einer Roadmap der bayerischen Raumfahrt-MINT-Aktivitäten ab 2019**

#### **Maßnahme 5.1:**

##### ***Begeisterung für Raumfahrt wecken***

#### **Maßnahme 5.1.a:**

##### ***Bestandsaufnahme der bestehenden Raumfahrt-MINT-Aktivitäten***

In einem zweiten Schritt sollte (unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bestandsaufnahme) eine Roadmap der bayerischen Raumfahrt-MINT-Aktivitäten für die jeweils folgenden zwei Jahre aufgestellt und kontinuierlich aktualisiert werden. Diese dient dazu, Defizite zu beheben, thematische Schwerpunkte zu setzen, neue Angebote zu konzipieren und bestehende zu verzahnen.

#### Maßnahme 5.2: Schaltung von Werbekampagnen „Raumfahrt studieren in Bayern“ ab WS 2018

Die Großräume Augsburg, München und Nürnberg stellen interessante Standorte für die Bereiche Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen dar. Mit ihren Hochschulen, Universitäten, Forschungsinstituten und einer Vielzahl namhafter Firmen bilden sie ein optimales Umfeld für zukünftige Raumfahrt und raumfahrtbasierte Anwendungen. Dieses positive Image muss durch gezielte Maßnahmen noch sichtbarer gemacht werden, um potentiellen Nachwuchs zu gewinnen. Dazu geeignet wäre die Konzeptionierung einer Marketingkampagne „Raumfahrt studieren in Bayern“ über Social Media Aktivitäten, Teilnahme an Career Days, Messeauftritte, etc. in Zusammenarbeit mit der Industrie und den Hochschulen und Universitäten unter Federführung von bavAIRia e.V. Die ergriffenen Maßnahmen sind turnusmäßig zu evaluieren und ggfs. zu aktualisieren.

#### Maßnahme 5.3: Hochqualitative Ausbildung in der Raumfahrt ab 2019, durch Ausrichtung auf aktuelle Trends und Querschnittstechnologien, sicherstellen und weiter ausbauen

Dabei sollte auch das Erlernen der Fähigkeiten, resultierend aus neuen Inhalten aktueller Trends und Querschnittstechnologien, integraler Bestandteil jedes Studienganges wie auch in der Promotionsphase sein. Zu den so zu schaffenden neuen Spezialistinnen und Spezialisten gehören evtl. neue Berufsbilder, die in Deutschland erst noch in der Breite und systematisch als eigene Studien- und Ausbildungsgänge entwickelt werden müssen. Dies kann durch entsprechende Anreizsysteme für die Hochschulen durch das Staatsministerium für Unterricht und Kultus beschleunigt werden.

Jede Wissenschaftlerin und jeder Wissenschaftler sollte durch Schulungs- und Weiterbildungsangebote die Möglichkeit erhalten, die eigene Expertise gemäß aktueller Anforderungen zu vertiefen.

#### Maßnahme 5.4: Weiterbildungsangebote konzipieren und im Bildungssystem von Bund und Ländern verankern

##### Maßnahme 5.1.b:

*Roadmap der bayerischen Raumfahrt-MINT-Aktivitäten*

##### Maßnahme 5.2:

*Werbekampagne „Raumfahrt studieren in Bayern“*

##### Maßnahme 5.3:

*Ausbildung auf aktuelle Trends und Querschnittstechnologien ausrichten und ausbauen*

Damit die Chancen zur Gewinnung von hochqualifiziertem Personal für die Raumfahrtbranche genutzt werden können, ist es darüber hinaus notwendig, für Berufstätige Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen zu entwickeln und anzubieten, damit sie ihre Kompetenzen im Umgang u. a. aus neuen Inhalten aktueller Trends und Querschnittstechnologien verbessern können. Dies kann durch Weiterbildungsstudiengänge wie auch durch berufsbegleitende Zertifikatskurse realisiert werden.

Dies trifft auch auf Ausbildungsberufe zu. Durch die zunehmende Digitalisierung der Arbeitswelt, die inzwischen alle Geschäfts- und Lebensbereiche erfasst, wird der kompetente Umgang mit den diversen technischen Lösungen in nahezu jedem Ausbildungsbereich immer wichtiger.

#### Maßnahme 5.4.a: Erarbeitung eines bayerischen Weiterbildungskonzepts Raumfahrt bis Ende 2019

Das Konzept soll mit Beteiligung der Industrie, Universitäten und privaten Bildungsträger unter anderem den Stellenwert der Weiterbildung in Bezug auf die Ausbildung darlegen, die Verantwortlichkeiten der unterschiedlichen Akteure (Hochschulen, Universitäten, privaten Weiterbildungseinrichtungen) verdeutlichen sowie benötigte Ausbildungsinhalte identifizieren und berufsbegleitende Qualifizierungsmaßnahmen initiieren.

Es ist dabei zu prüfen, ob der Ausbau der Weiterbildung auch an Hochschulen erfolgen kann. Dazu müsste die Weiterbildung als grundständiges Lehrangebot an den Hochschulen etabliert, sowie die Lehre von den hauptamtlich Lehrenden in der Weiterbildung in deren Hauptamt geleistet oder die notwendigen Ressourcen hierfür anderweitig bereitgestellt werden. Darüber hinaus ist eine Abgrenzung zu den Angeboten privater Weiterbildungseinrichtungen sicherzustellen.

#### Maßnahme 5.4.b: Zeitnahe Gespräche der Hochschulen und Universitäten im Bereich Raumfahrt mit den Institutionen der Lehrerfortbildung

Mit den Institutionen der bayerischen Lehrer- und Lehrerinnenfortbildung sollte die Möglichkeit evaluiert werden, ob konkrete Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen in den Schulunterricht integriert werden kann, z. B. als Bestandteil des Lehrplanes und der Lehrerfortbildung. Dadurch könnte schon frühzeitig das Interesse bei den Schülerinnen und Schülern geweckt werden können. Die Initiierung eines derartigen Gesprächs obliegt dem bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus.

#### Maßnahme 5.4:

*Weiterbildungsangebote konzipieren und im Bildungssystem verankern*

#### Maßnahme 5.4.a:

*Erarbeitung bayerisches Weiterbildungskonzept Raumfahrt*

#### Maßnahme 5.4.b:

*Gespräche mit der Lehrerfortbildung*

**Empfehlung 6: Es wird empfohlen, bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (KRITIS- Strategie) verstärkt die Nutzung von europäischen Satellitentechnologien zu berücksichtigen.**

Kritische Infrastrukturen sind Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden (Quelle: KRITIS-Strategie). In Deutschland werden folgende Sektoren den Kritischen Infrastrukturen zugeordnet:

Sektoren Kritischer Infrastrukturen	
Energie	Transport und Verkehr
Informationstechnik und Telekommunikation	Finanz- und Versicherungswesen
Gesundheit	Staat und Verwaltung
Wasser	Medien und Kultur
Ernährung	

Abbildung 6: Kritische Infrastrukturen in Deutschland  
(Quelle: <https://www.bbk.bund.de/>)

Für den Betrieb und zum Schutz kritischer Infrastrukturen werden Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS) sowie Erdbeobachtungssatelliten eingesetzt. Die globalen Satellitennavigationssysteme wie GPS oder das europäische Galileo dienen zur Bestimmung der Position und liefern eine exakte Zeit, wohin gegen Erdbeobachtungssatelliten, wie beispielsweise die Sentinel Satelliten aus dem europäischen Copernicus Programm, Satellitenbildaufnahmen liefern und somit zur Überwachung eingesetzt werden können.

Aber die gegenwärtig genutzten Satellitentechnologien haben zum Teil außereuropäische Betreiber und Operatoren. Dadurch entziehen sie sich der Kontrolle europäischer Regierungen und Regierungsorganisationen. Des Weiteren sind die in den kritischen Infrastrukturen vielfach genutzten Satellitentechnologien störanfällig. Beabsichtigte Störungen durch Terrorismus, Sabotage und Kriminalität können ebenfalls nachhaltige Störungen der öffentlichen Sicherheit implizieren und die Sicherheit des Bürgers nicht mehr gewährleisten.

### Maßnahme 6.1: Rechtliche Verankerung der Nutzung und des Ausbaus europäischer Satellitentechnologien zum Schutz kritischer Infrastrukturen, deren Dienstleistungsbereiche und damit den Schutz des einzelnen Bürgers

Kritische Infrastrukturen nehmen wir in der Regel erst wahr, wenn sie nicht mehr funktionieren. Beispiele hierfür sind zusammengebrochene Mobilfunknetze, ein plötzlicher Stromausfall oder auch ein Ausfall der Bankautomaten. Die beeinträchtigten Dienstleistungsbereiche tangieren so auch die Sicherheit des einzelnen Bürgers. Die bis heute eingesetzten Infrastrukturen führen zu einer sich modern entwickelnden Gesellschaft, die für das Arbeiten und Leben in der global vernetzten Welt essentiell ist.

Mit der Nutzung und dem Ausbau europäischer Satellitentechnologien, wie z. B. die des Copernicus Programms oder des nationalen Systems SARah, können die skizzierten Nutzungsdefizite überwunden werden. Naturereignisse oder technisches/menschliches Versagen bei den Satellitentechnologien sind sicherlich als unbeabsichtigt anzusehen.

Über eine rechtlich verbindliche Verankerung rücken die europäischen raumgestützten Systeme in das Zentrum der Lösungsansätze zum Schutz kritischer Infrastrukturen und damit zum Schutz des einzelnen Bürgers.

### Maßnahme 6.2: Verbesserung des Umgangs und der Auswirkungen von Ereignissen auf Kritische Infrastrukturen im Zeitrahmen von 2019 bis 2026

Auch wenn im Land regelmäßig eine hohe Ausfallsicherheit Kritischer Infrastrukturen erreicht wird, müssen Sicherheitsmaßnahmen ständig überprüft, an neue Risiken und sich stetig verändernder Rahmenbedingungen angepasst werden. Somit ist der Schutz der Kritischen Infrastrukturen zur Aufrechterhaltung der Versorgung der Bevölkerung ein fortlaufender Prozess, der permanent weiter zu entwickeln ist. Verschiedene Maßnahmen im Zeitrahmen von 2019 bis 2026 sollen dazu beitragen, dass alle Betreiber Kritischer Infrastrukturen ein hohes Sicherheitsniveau im Allgemeinen und der in den Unternehmen eingesetzten Technologie im Besonderen erreichen und ausbauen können.

#### Maßnahme 6.2.a: Aufnahme/Inventur der kritischen Infrastruktur und deren Dienstleistungsbereiche in Bayern ab 2019

Zunächst sollen ab 2019 unter Federführung des bayerischen Innenministeriums und in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Unternehmen und Betreibern eine Aufnahme/Inventur der kritischen Infrastruktur und deren Dienstleistungsbereichen in Bayern erfolgen. Dabei soll insbesondere die Nutzung von Satellitentechnologien geklärt und deren Verwundbarkeit sowie

#### Maßnahme 6.1:

*Rechtliche Verankerung der Nutzung und des Ausbaus europäischer Satellitentechnologien*

#### Maßnahme 6.2:

*Verbesserung des Umgangs und der Auswirkungen von Ereignissen auf Kritische Infrastrukturen im Zeitrahmen von 2019 bis 2026*

#### Maßnahme 6.2.a:

*Aufnahme/Inventur der kritischen Infrastruktur und deren Dienstleistungsbereiche in Bayern ab 2019*

der Grad der Gefährdung analysiert und evaluiert werden. Die Aufnahme/Inventur liefert die Grundlagen und Hintergrundinformationen für eine kritische Würdigung bestehender Ansätze und insbesondere für das anspruchsvolle Thema der Schutzziele.

#### **Maßnahme 6.2.b: Umsetzung präventiver Maßnahmen, die einen höheren Schutz bieten**

Nach der methodischen Festlegung von Schutzzielen im Rahmen der Maßnahme 6.1a sind durch die Staatsregierung im nächsten Schritt präventive Maßnahmen wie z. B. das Ersetzen ausländischer Satellitensysteme durch Nutzung europäischer Satellitensysteme, wie dem Navigationssystem Galileo, vorzunehmen. Die Umsetzung der präventiven Maßnahme sollte immer dann erfolgen, wenn neue Technologien und Systeme, die einen höheren Schutz bieten, marktreif sind. In Einzelfällen kann es sich als sinnvoll erweisen, neue satellitengestützte Sicherheitsmodule, wie PRS-Satellitenempfänger ausschließlich national oder in europäischen Mitgliedsländern zu entwickeln.

#### **Maßnahme 6.3: Schutzmechanismen zur Abwehr von terroristischen und kriminellen Angriffen entwickeln**

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bieten unverzichtbare Dienste für die Funktionsfähigkeit von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft. Oftmals steht hierbei die Kommunikationsfähigkeit im Vordergrund und ist für Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz insbesondere in einer Krise essentiell. Stünde die IKT dann nicht zur Verfügung, würde dies eine Bewältigung der Lage massiv erschweren. Daher sind Echtzeitmaßnahmen ab 2019 auf Betreiben der Staatsregierung in Forschung und Technologie zu entwickeln. So kann unbeabsichtigten aber auch terroristischen und kriminellen Angriffen, z. B. durch Jamming und Spoofing von Satellitendaten, entgegen gewirkt und die Sicherheit (Cyber Security) des einzelnen Bürgers weitestgehend geschützt werden.

#### **Maßnahme 6.4: Einrichtung einer Länder und Regionen übergreifenden sicherheitspartnerschaftlichen Plattform ab 2019**

Angesichts einer immer engeren Zusammenarbeit von Bund und Ländern in der Thematik ist auch die Zusammenarbeit und Koordination mit den angrenzenden Nachbarstaaten und der Europäischen Union dabei vonnöten. Eine sicherheitspartnerschaftliche (europäische) Plattform, auch unter Einbeziehung der entsprechenden Unternehmen und Betreiber, sollte ab 2019 unter Federführung des bayerischen Innenministeriums initiiert und ggf. zunächst nur für Bayern eingerichtet werden.

#### **Maßnahme 6.2.b:**

*Umsetzung präventiver Maßnahmen, die einen höheren Schutz bieten*

#### **Maßnahme 6.3:**

*Schutzmechanismen zur Abwehr von terroristischen und kriminellen Angriffen entwickeln*

#### **Maßnahme 6.4:**

*Einrichtung einer Länder und Regionen übergreifenden sicherheitspartnerschaftlichen Plattform*

## 4 Ausblick

Ziel dieses Positionspapieres war es, einen Beitrag zur bayerischen Raumfahrtstrategie sowie zur zukünftigen Gestaltung bayerischer Raumfahrtspolitik zu liefern. Vertreter aus Industrie, Wissenschaft und Forschung trugen mit ihrer Expertise maßgeblich zu den Inhalten dieses Positionspapiers bei, welches umfangreiche Empfehlungen sowie einen Maßnahmenplan beinhaltet. Kernpunkte waren hierbei die Bündelung der Fähigkeiten von Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft sowie die präzise Ausrichtung auf Wachstumsthemen für Großunternehmen, KMU und Start-ups. Die stringente Formulierung bayerischer Stärken und Ausbaubereiche führte zu sechs konsistenten, auf Bayern zugeschnittenen Empfehlungen, inklusive dazugehöriger Maßnahmen, sowie einem Herunterbrechen auf die Adressaten mit ausführenden Akteuren. Die komprimierte Form des Maßnahmenplans findet sich in Anlage 1.

Wesentliche Punkte der schriftlichen wie mündlichen Beiträge der Arbeitsgruppenmitglieder waren der vieldiskutierte „Wandel in der Raumfahrt“ wie auch die Verknüpfung von Raumfahrt mit anderen (raumfahrtfremden) Technologiefeldern. Hierzu wurde ein möglichst breites Spektrum zur Zukunft der Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen aufgezeigt, Zusammenhänge hergestellt und Ausblicke gewährt.

Vor dem Hintergrund der Kommerzialisierung der Raumfahrt ist nach wie vor eine einheitlich ausgerichtete bayerische Forschungs-, Technologie- und Förderpolitik maßgeblich. Eine nachhaltige politische wie auch finanzielle Unterstützung der Raumfahrt und ihrer Anwendungen ist auch zukünftig notwendig, um bestehendes wissenschaftliches Wissen und industrielle Kapazitäten am Standort zu halten und weiter auszubauen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen adressieren Handlungsfelder, die auch in die Initiative „Bavaria One“ eingeflossen sind. Sie dienen dazu, den Kompetenzstandort Bayern in der Raumfahrt nachhaltig zu etablieren.

Bayern hat die besten Voraussetzungen dafür, seinen Platz als führenden nationalen und internationalen Standort für Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen auch zukünftig zu wahren. Es gilt nun, die bayerischen Raumfahrtaktivitäten mit den deutschen und europäischen Raumfahrtaktivitäten in Einklang zu bringen. Daraus resultieren Weichenstellungen zur langfristigen Ausrichtung innerhalb der Branche und mit Akteuren raumfahrtferner Branchen. Eine starke Unterstützung durch die bayerische Politik und ihre Vertreter in relevanten Gremien ist hier vonnöten.

*Ziel dieses Positionspapieres war es, einen Beitrag zur bayerischen Raumfahrtstrategie sowie zur zukünftigen Gestaltung bayerischer Raumfahrtspolitik zu liefern*

*Die vorgeschlagenen Maßnahmen dienen dazu, den Kompetenzstandort Bayern in der Raumfahrt nachhaltig zu etablieren*

*Eine starke Unterstützung durch die bayerische Politik und ihre Vertreter in relevanten Gremien ist hier vonnöten*

Wettbewerbsfähigkeit verlangt aber auch eine konsequente Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Die zunehmende Komplexität der Produkte und die Verschränkung mit „fachfremden“ Branchen erfordert ein gerütteltes Maß an Know-how, einen breiten Marktzugang und finanzielle Ressourcen. Dies gilt es gebündelt zu organisieren. Der Veränderungsprozess muss ebenso über entsprechende wirtschaftspolitische Anreize mitgestaltet werden. Darüber hinaus sind Menschen zu qualifizieren, um den Herausforderungen des heutigen und zukünftigen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Handelns begegnen zu können. Zusammenfassend birgt der Wandel der Raumfahrt Chancen für die bayerische Wissenschaft und Wirtschaft. Es bleibt zu wünschen, dass die vorgeschlagenen Empfehlungen und Maßnahmen zügig angepackt und umgesetzt werden.

## Anlage 1: Komprimierter Maßnahmenplan zur Umsetzung der Empfehlungen

Nr.	Maßnahmentitel	Adressat	Umsetzungsschritt	Beteiligte Akteure	Fertigstellung
<i>Empfehlung 1: „Competence meets Trends“: Eine nachhaltige Verknüpfung von aktuellen Megatrends und Raumfahrt wird empfohlen, um die sich daraus ergebenden Synergien zu nutzen und neue Märkte zu erschließen.</i>					
1.1	Positionsbestimmung Raumfahrt und Megatrends in Bayern (2018-2019)				
1.1a	Erstellung eines Raumfahrtfähigkeitskatalogs für Anwendungen und Dienste raumfahrtfremder Branchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftrag an bavAIRia e.V.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bayerische Industrie, Wissenschaft und Forschung</li> </ul>	2018-2019
1.1b	Darstellung zukunftsrelevanter Trends mit Schlüsselfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftragsvergabe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bayerische Cluster</li> </ul>	2018-2019
1.1c	Zusammenführen der Industrie- und Forschungslandschaft aus Raumfahrt und anderen Branchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftragsvergabe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bavAIRia Cluster Aerospace</li> <li>• bayerische Cluster</li> <li>• Digitalisierungsoffensive</li> </ul>	2018-2019
1.2	Bayerisches Technologieprogramm „Raumfahrt im Trend“ (2019-2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auflage eines Förderprogramms unter Verschränkung mit den Maßnahmen von EU, ESA, Bund sowie Ko-Finanzierung der bayerischen Industrie bzw. Forschungslandschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EU,</li> <li>• ESA</li> <li>• Bund (DLR-RFM),</li> <li>• bayerische Industrie</li> <li>• bayerische Forschung</li> </ul>	2019-2023
1.3	Pionierleistungen durch kooperative Leitprojekte mit komplementären Branchen (2019-2024)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bavAIRia Clusters Aerospace im Auftrag des bayerischen Wirtschaftsministeriums</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition, Initiierung und Umsetzung von kooperativen Leitprojekten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bayerisches Wirtschaftsministerium</li> <li>• Akteure aus den Bereichen RF/RFA und komplementären Branchen</li> </ul>	2019-2024
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiierung flankierender Maßnahmen (Workshops, ...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bayerisches Wirtschaftsministerium</li> <li>• Akteure aus den Bereichen RF/RFA und komplementären Branchen</li> </ul>	2019-2024

Nr.	Maßnahmentitel	Adressat	Umsetzungsschritt	Beteiligte Akteure	Fertigstellung
1.4	Kommunikationskampagne „Raumfahrt im Trend“/„Bavaria – the Space to be“ (2018-2024)	• Bayerisches Wirtschaftsministerium	• Initiierung einer Kommunikationskampagne	• Staatsregierung, • Industrie, Forschung und Verbände	2018-2024
		• Bayerisches Wirtschaftsministerium	• Aktives Standortmarketing	• Staatsregierung, • Industrie, Forschung und Verbände	2018-2024
		• bavAIRia Clusters Aerospace im Auftrag des bayerischen Wirtschaftsministeriums	• Durchführung Kommunikationskampagne	• Staatsregierung, • Industrie, Forschung und Verbände	2018-2024
<i>Empfehlung 2: Stärkung des Zusammenspiels zwischen Raumfahrt und Digitalisierung</i>					
2.1	Etablierung eines bayerischen Digital-Space-Hubs				
2.1a	Definition der Erwartungen und Anforderungen an einen bayerischen Digital-Space-Hub	• Bayerisches Wirtschaftsministerium	• Ausschreibung/Beauftragung einer Marktanalyse		Mitte 2019
2.1b	Schaffung eines bayerischen Digital-Space-Hubs	• Bayerisches Wirtschaftsministerium	• Beauftragung der Koordination des Digital-Space-Hubs	• Interessierte bay. Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten mit herausragenden Fähigkeiten	Ende 2019
2.2	Stärkung und Beschleunigung der digitalen Transformation				
2.2a	Zeitnahe Förderung der Integration terrestrischer und weltraumgestützter Technologien durch die Staatsregierung	• Bayerisches Wirtschaftsministerium	• Etablierung eines Zugangs zu von öffentlichen Stellen erfassten Daten (Schaffung der notwendigen rechtlichen und technischen Voraussetzungen)	• Öffentliche Stellen	zeitnah
			• Ausschreibung einer Konzeptstudie zur Satellitenkommunikation in Bayern	• tbd	zeitnah
			• Bei positiver Begutachtung der Ergebnisse der Konzeptstudie, Bereitstellung von Budgets zum Ausbau der breitbandigen/optischen Satellitenkommunikation	• Staatsregierung	zeitnah

Nr.	Maßnahmentitel	Adressat	Umsetzungsschritt	Beteiligte Akteure	Fertigstellung
2.2b	Vernetzung der Raumfahrt-Digitalisierungs-Aktivitäten mit bayerischen Digitalisierungsinitiativen, zuständigen Gremien und Branchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>bavAIRia Cluster Aerospace unterstützt durch das bayerische Wirtschaftsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vernetzungsaktivitäten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bayerischen Digitalisierungsinitiativen,</li> <li>zuständigen Gremien,</li> <li>starken bayerischen Branchen und großen bayerischen Initiativen der Digitalisierung</li> </ul>	umgehend
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entsendung eines Raumfahrtvertreters in den Zukunftsrat der bayerischen Wirtschaft und entsprechende Einrichtungen auf Bundesebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bayerischen Digitalisierungsinitiativen,</li> <li>zuständigen Gremien,</li> <li>starken bayerischen Branchen und großen bayerischen Initiativen der Digitalisierung</li> </ul>	umgehend
<p><i>Empfehlung 3: Es wird empfohlen, das dynamische EcoSystem bayerische Raumfahrt weiterzuentwickeln und damit zukunftsfähig zu machen. Davon profitieren bayerische Akteure, es bietet Anreize für zukünftige Unternehmensgründungen, generiert Wachstum, stärkt die Wettbewerbsfähigkeit und stimuliert Investments.</i></p>					
3.1	Stärkung der privat-wirtschaftlichen Investitionsbereitschaft für Space 4.0 durch Finanzanreize für diverse Nutzerbranchen („Non-Space“) ab 2019.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung von Anreize zur Stärkung der privat-wirtschaftlichen Investitionsbereitschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Finanzministerium (Land/Bund)</li> <li>Bundesregierung</li> </ul>	2019-2020
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung von Anreizen zur Ansiedelung von Unternehmen, Spin-Offs, Start-ups und Forschungseinrichtungen in Bayern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bayerisches Finanzministerium</li> <li>Bundesregierung</li> </ul>	2019-2020
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Initiierung des politischen Diskurses über steuerliche Anreize über die bayerische Staatsregierung auf Bundesebene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Finanzministerium (Land/Bund)</li> <li>Bundesregierung</li> </ul>	2019-2020
3.2	Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen im nationalen/europäischen Kontext, durch eine rechtliche Prüfung des regulatorischen Umfeldes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bayerische Staatsregierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die bayerische Staatsregierung setzt sich nachhaltig auf Bundesebene für eine regelmäßige Überprüfung der für den Export von Weltraumprodukten und -diensten anwendbaren Regelungen des Außenwirtschaftsrechts ein, mit dem Ziel,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bund</li> </ul>	umgehend

Nr.	Maßnahmentitel	Adressat	Umsetzungsschritt	Beteiligte Akteure	Fertigstellung
			dass deutsche Unternehmen erfolgreich am internationalen Wettbewerb teilnehmen können („Level Playing Field“).		
3.3	Sofortige Verbesserung von Marktzugängen durch Exportförderung für KMU als Innovations-träger und Rückgrat der bayerischen Wirtschaft	• Bayerische Staatsregierung	• Koordinierte ressortübergreifende Exportförderung unter Federführung des bay. Wirtschaftsministeriums	• Bayerisches Wirtschaftsministerium	Ab 2019
		• Bayerische Staatsregierung	• Öffentliche Bürgschaften für KMU zur Absicherung von Exportgeschäften	• Bundesregierung	
		• Bayerisches Wirtschaftsministerium	• Etablierung einer Schlichtungsstelle		
3.4	Einbindung der KMU in Normungs- und Standardisierungsverfahren.	• Bayerische Staatsregierung	Unterstützung der stärkeren Einbindung von KMU in Normungs- und Standardisierungsgremien		Ab 2019
3.5	Die bayerische Staatsregierung unterstützt auf Bundesebene die Abstimmungen für ein deutsches Raumfahrtgesetz mit dem Ziel, dass das Gesetzgebungsverfahren inkl. der Ausführungsbestimmungen in der neuen Legislaturperiode zeitnah abgeschlossen werden kann.	• Bayerische Staatsregierung		• Bund	Laufende Legislaturperiode
3.6	Anpassung von Finanzierungsmöglichkeiten und Regularien auf die Erfordernisse der Raumfahrt.				
3.6a	Klare Adressierung der Förderprogramme auf Nutzen- und Marktorientierung bei Neuaufgaben.	• Bayerische Staatsregierung	• Besonderer Fokus soll auf die Verwertung von Projektergebnissen gelegt werden	• Fördermittelgeber bzw. die Projektträger	Ab 2019
			• Bayerisches Raumfahrtförderprogramm und I&K Programm Bayern	• Fördermittelgeber bzw. die Projektträger	Ab 2019
3.6b	Verbesserung der Rahmenbedingungen für KMU Finanzierung bei Finanzmittelbeschaffung für Investitionen und Technologieentwicklung	• Bayerisches Wirtschaftsministerium	• Schaffung bzw. Verbesserung von auf KMU zugeschnittenen Finanzierungsmodellen bei Drittmitteln		Ab 2019
3.6c	Startmöglichkeiten für Start-up-Unternehmen in den ersten Jahren verbessern.	• Bayerisches Wirtschaftsministerium		• Finanzministerium • Regierungsbezirke	Spätestens bis 2020

Nr.	Maßnahmentitel	Adressat	Umsetzungsschritt	Beteiligte Akteure	Fertigstellung
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerische Förderregularien</li> </ul>	
3.7	Überprüfung der gesetzgeberischen oder regulatorischen Maßnahmen auf Landesebene zur umgehenden Nutzung der europäischen Satellitendienste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerische Staatsregierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitnahe Prüfung, welche gesetzgeberischen oder regulatorischen Maßnahmen auf Landesebene möglich und sinnvoll sind, um die Nutzung der Dienste von Copernicus und Galileo/EGNOS durch öffentliche Stellen in Bayern sicherzustellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentliche Stellen wie Vermessungsämter</li> </ul>	Ab 2019
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgerichtete Überlegungen sollen auf Bundesebene unterstützt werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bund</li> </ul>	Ab 2019
<p><b>Empfehlung 4:</b>  <i>Es wird empfohlen, die vorhandene technologische Expertise und Innovationskraft der bayerischen Wirtschaft und Wissenschaft weiter zu stärken, um auch künftig den bedeutenden Beitrag Bayerns zum technologischen Fortschritt der Raumfahrt sicherzustellen.</i></p>					
4.1	Etablierung eines „Space Linking Node“ als virtuelles Netzwerk, im Sinne einer „Maklerfunktion“, um innovative Gesamtsysteme (Produkte bis Anwendungen) aus Bayern heraus anbieten zu können.				
4.1a	Durchführung eines „Space Linking Node“-Workshops zur Ermittlung der aktuell vorhandenen Fähigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bavAIRia Cluster Aerospace im Auftrag des bayerischen Wirtschaftsministeriums</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation und Durchführung des Workshops</li> <li>• Auswertung der Ergebnisse des Workshops</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	Ende 2018/Anfang 2019
4.1b	Ab Mitte 2019 Gründung und Aufbau des Space Linking Nodes für Kunden, Anwender und neue Partner unter Federführung der Raumfahrtindustrie mit Unterstützung durch den bavAIRia e.V.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Federführung: Raumfahrtindustrie mit Unterstützung durch den bavAIRia e.V.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eines tragfähigen und nachhaltigen Betriebs- und Finanzierungskonzepts unter Einbeziehung des bayerischen Wirtschaftsministeriums</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> <li>• bavAIRia Cluster Aerospace</li> </ul>	ab Mitte 2019
4.2	Initiierung eines Programms zur Unterstützung von Leuchtturmprojekten ab 2019				
4.2a	Konzeptentwicklung und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerische Akteure aus Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen</li> </ul>	ab 2019

Nr.	Maßnahmentitel	Adressat	Umsetzungsschritt	Beteiligte Akteure	Fertigstellung
4.2b	Initiierung zweier Leuchtturmprojekte: a) Mini-Launcher und dessen Technologieentwicklung b) Vernetzte Kleinsatelliten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	Schritte a-g zur Maßnahmenumsetzung a) Definition der Projekt-Schwerpunkte bei dem Mini-Launcher durch die bayerische Launcher-Industrie; b) Definition spezifischer Anforderungsprofile besonders innovativer und ansprechender Satelliten-Formations-Missionen im Bereich der Erdbeobachtung und der Telekommunikation; c) Europäische Abstimmung zwecks Verwendung dieser Technologien für europäische Träger und Kleinsatelliten; d) Erstellung eines Entwicklungsplanes für den Mini-Launcher und die Kleinsatelliten; e) Erstellung einer Roadmap zur Realisierung mehrerer zukunftssträchtiger Beispielmmissionen; f) Auswahl einer besonders vielversprechenden ersten Demonstrationmission zur Realisierung; Vorlage eines Entwicklungs- und Kostenplanes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerische Akteure aus der Raumfahrt</li> </ul>	ab 2019 bis 2020
4.2c	Evaluierung nach Ergebnissen der Maßnahme 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerische Akteure aus Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen</li> </ul>	ab 2020
4.3	Bereitstellung leistungsfähiger „cloudbasierter“ Plattformen zur Nutzung durch Start-up Unternehmen bei Big Data Anwendungen oder Produktionsunterstützung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Wirtschaftsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme in die Richtlinien von Förderinstrumenten</li> </ul>		umgehend
4.4	Auslobung eines Innovationspreises und „Bayerischen Ausgründungspreises“ für bayerische Firmen in Raumfahrt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerische Staatsregierung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bayerische Raumfahrtfirmen Firmen</li> </ul>	Ab 2019

Nr.	Maßnahmentitel	Adressat	Umsetzungsschritt	Beteiligte Akteure	Fertigstellung
	und Raumfahrtanwendungen				
<i>Empfehlung 5: Es wird empfohlen, eine bayerische Raumfahrt-offensive in Aus- und Weiterbildung ins Leben zu rufen, die sowohl die Raumfahrt als auch verwandte Gebiete adressiert.</i>					
5.1	Begeisterung bei Schülern für die Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen über mehrjährige Aktionen wecken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staatsministerium für Unterricht und Kultus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Initiierung geeigneter Maßnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schüler,</li> <li>Lehrer</li> </ul>	Ab 2019
5.1a	Bestandsaufnahme der bestehenden Raumfahrt-MINT-Aktivitäten in 2018.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staatsministerium für Unterricht und Kultus</li> </ul>	Ausschreibung für eine Studie	Bayerisches Wirtschaftsministerium	2018
5.1b	Erstellung einer Roadmap der bayerischen Raumfahrt-MINT-Aktivitäten ab 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staatsministerium für Unterricht und Kultus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung einer Roadmap</li> <li>Jährliches Update der Roadmap</li> </ul>	Bayerisches Wirtschaftsministerium	ab 2019
5.2	Schaltung von Werbekampagnen „Raumfahrt studieren in Bayern“ ab WS 2018.	<ul style="list-style-type: none"> <li>bavAIRia e.V.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konzeptionierung einer Marketingkampagne „Raumfahrt studieren in Bayern“</li> <li>Umsetzung der Marketingkampagne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staatsministerium für Unterricht und Kultus</li> <li>Universitäten und Hochschulen</li> </ul>	ab 2018
5.3	Hochqualitative Ausbildung in der Raumfahrt ab 2019, durch Ausrichtung auf aktuelle Trends und Querschnittstechnologien, sicherstellen und weiter ausbauen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staatsministerium für Unterricht und Kultus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung von Anreizsystemen, um derartige Studiengänge bzw. die Implementierung derartiger Themen in bestehende Studiengänge zu unterstützen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hochschulen und Universitäten</li> </ul>	ab 2019
5.4	Weiterbildungsangebote konzipieren und im Bildungssystem von Bund und Ländern verankern.				
5.4a	Erarbeitung eines bayerischen Weiterbildungskonzepts Raumfahrt bis Ende 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staatsministerium für Unterricht und Kultus</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrie</li> <li>Universitäten</li> <li>private Bildungsträger</li> </ul>	bis Ende 2019
5.4b	Zeitnahe Gespräche der Hochschulen und Universitäten im Bereich Raumfahrt mit den Institutionen der Lehrerfortbildung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staatsministerium für Unterricht und Kultus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation der Möglichkeit zur Integration konkreter Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Raumfahrt und Raumfahrtanwendungen in den Schulunterricht z.B. als Bestandteil des Lehrplanes und der Lehrerfortbildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hochschulen und Universitäten im Bereich Raumfahrt</li> <li>Institutionen der Lehrerfortbildung</li> </ul>	zeitnah
<i>Empfehlung 6: Es wird empfohlen, bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (KRITIS- Strategie) verstärkt die Nutzung von europäischen Satellitentechnologien zu berücksichtigen.</i>					
6.1	Rechtliche Verankerung der Nutzung und des Ausbaus europäischer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bayerisches Innenministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung und bundesweite Abstimmung einer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bund und Länder</li> </ul>	Aktuelle Legislaturperiode

Nr.	Maßnahmentitel	Adressat	Umsetzungsschritt	Beteiligte Akteure	Fertigstellung
	Satellitentechnologien zum Schutz kritischer Infrastrukturen, deren Dienstleistungsbereiche und damit den Schutz des einzelnen Bürgers.		entsprechenden Gesetzesvorlage		
6.2	Verbesserung des Umgangs und der Auswirkungen von Ereignissen auf Kritische Infrastrukturen im Zeitrahmen von 2019 bis 2026.				Zeitraumen von 2019 bis 2026
6.2a	Aufnahme/Inventur der kritischen Infrastruktur und deren Dienstleistungsbereiche in Bayern ab 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Innenministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme/Inventur der kritischen Infrastruktur und deren Dienstleistungsbereiche</li> <li>• Nutzung von Satellitentechnologien, deren Verwundbarkeit und der Grad der Gefährdung sollen hierbei berücksichtigt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kritische Infrastrukturbetreiber und Unternehmen im Bereich der Kritischen Infrastrukturen in Bayern</li> </ul>	ab 2019
6.1b	Umsetzung präventiver Maßnahmen, die einen höheren Schutz bieten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Innenministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung einer Liste präventiver Maßnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bundesregierung</li> </ul>	ab 2019 bis 2026
6.2	Schutzmechanismen zur Abwehr von terroristischen und kriminellen Angriffen entwickeln.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Innenministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Echtzeitmaßnahmen in Forschung und Technologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungseinrichtungen im Bereich Cyber Security</li> </ul>	ab 2019
6.3	Einrichtung einer Länder und Regionen übergreifenden sicherheitspartnerschaftlichen Plattform ab 2019.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayerisches Innenministerium</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bund und Länder</li> <li>• Erweiterung auf europäische Länder</li> </ul>	ab 2019

## Anlage 2: Liste der beitragenden Personen

### Autorenverzeichnis

Bärbel Deisting, bavAIRia e.V.

Dr.-Ing. Christian Langenbach, bavAIRia e.V.

### Arbeitsgruppenmitglieder

Dr. Heike Bach, VISTA Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH

Dr. Ingo Baumann, BHO Legal

Peter Braun, Telespazio VEGA Deutschland GmbH

Dr.-Ing. Florian David, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Kommunikation und Navigation

Jurry de la Mar, T-Systems International GmbH

Prof. Dr. Stefan Dech, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum

Dr. Axel Deich, Proventis Partners GmbH

Prof. Dr.-Ing. Bernd Eissfeller, Universität der Bundeswehr München  
Institute of Space Technology and Space Applications

Hartwig Ellerbrock, Airbus Safran Launcher

Stefan Gramolla, Airbus Defence and Space

Dr. Gerhard Grunwald, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Robotik und Mechatronik

Prof. Dr. Christoph Günther, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Kommunikation und Navigation

Prof. Oskar J. Haidn, Technische Universität München  
Raumfahrtantriebe

Prof. Dr.-Ing. Bernd Häusler, Munich Aerospace /  
Universität der Bundeswehr München, Institut für Raumfahrttechnik

Dr. Thomas Heege, EOMAP GmbH & Co.KG

Prof. Dr. Günter Hein, Munich Aerospace

Stefanie Herrmann, Anwendungszentrum GmbH

Lars Holstein, Berchtesgadener Land Wirtschaftsservice GmbH

Rainer Horn, SpaceTec Partners

Prof. Dr.-Ing. Felix Huber, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Raumflugbetrieb und Astronautentraining

Robert Klarner, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
Technologiemarketing

Dr. Doris Klein, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Deutsches Fernerkundungsdaten-  
zentrum

Markus Knappek, ViaLight Communications GmbH

Andreas Lindenthal, OHB System AG

Alexander Mager, Ludwig Bölkow Campus GmbH

Thomas Mayer, Airbus Defence and Space GmbH

Frank Negretti, bavAIRia e.V.

Walter Päßgen, DLR GfR mbH

Jürgen Pielmeier, IFEN GmbH

Dr. Ernst K. Pfeiffer, HPS GmbH

Axel Ringeisen, Bayern-Chemie GmbH

Dr. Günther Rohmer, Fraunhofer Gesellschaft  
Institut für Integrierte Schaltungen

Thorsten Rudolph, Anwendungszentrum GmbH

Stefan Saradeth, GAF AG

Prof. Dr. Klaus Schilling, Julius-Maximilians-Uni Würzburg  
Informatik VII: Robotik und Telematik

Gunter Schreier, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Deutsches Fernerkundungsdaten-  
zentrum

Günther Schullerer, MT Aerospace AG

Prof. Dr.-Ing. Rudolf F. Schwarz, IABG mbH

Jürgen Seybold, TeleOrbit GmbH

Hans Steininger, MT Aerospace AG

Prof. Dr.-Ing. Carola Tiede, Hochschule München  
Fakultät für Geoinformation

Dr. Peter Volk, GAF AG