





Die Studie wurde im Zeitraum Herbst 2015 bis Frühjahr 2016 Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie erstellt.

Hauptauftragnehmer war die Unternehmensberatung SpaceTec Partners (München/Brüssel). Im Unterauftrag wirkte die Kanzlei BHO Legal (Köln/München) mit.



**SpaceTec Partners**  
Sendlinger Strasse 22  
D-80331 München

[info@spacetecpartners.eu](mailto:info@spacetecpartners.eu)  
<http://www.spacetecpartners.eu>



**BHO Legal** | Rechtsanwälte und  
Patentanwalt Partnerschaft mbB  
Hohenstaufenring 29-37,  
D-50674 Köln

[cologne@bho-legal.com](mailto:cologne@bho-legal.com)  
<http://www.bho-legal.com>

## HINWEIS

Wir möchten darauf hinweisen, dass die in der vorliegenden Studien enthaltenen Aussagen und Empfehlungen nicht notwendigerweise die Meinungen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie als Auftraggeber wiedergeben. Fehler und Mängel der vorliegenden Studie sind alleine dem Studienteam zuzurechnen.

Deckblattfotos: (v.l.n.r – v.o.n.u.): (1) ESA - AOES Medialab (2) ESA/ÖWF-P. Santek (3) NASA (4) NASA (5) NASA (6) NASA (7) ESA (8) NASA (9) NASA (10) NASA (11) frei verwendbar (12) European Forest Institute (13) SpaceTec Partners (14) frei verwendbar

Copyright © 2016 – SpaceTec Partners. Alle Rechte vorbehalten.



**Rainer Horn**



**Dr. Norbert Frischauf**

Als spezialisierte industrieunabhängige Unternehmensberatung sind wir in nahezu allen Raumfahrt Disziplinen zu Hause. Unsere Beratungsschwerpunkte liegen in den Anwendungen Navigation, Satellitenkommunikation, Erdbeobachtung, sowie übergreifenden mobilen Dienstleistungen und Sicherheitsanwendungen.

Unsere Berater haben langjährige Erfahrung in der Strategieberatung oder der Luft- und Raumfahrtindustrie. Unser Kernteam arbeitet seit 2003 zusammen, einzelne Experten blicken auf 30-jährige Raumfahrterfahrung zurück. Unser internationales Team umfaßt acht Nationalitäten. Mit Büros in München und Brüssel ist SpaceTec Partners international aktiv. Wir sind in der internationalen Raumfahrtszene bestens vernetzt und in diversen Expertengruppen vertreten.

Wir beraten Klienten in Strategie-, Organisations- und Regulierungsfragen. Zu unseren öffentlichen Kunden zählen die Europäische Kommission, Raumfahrtagenturen, sowie Bundes- und Landesbehörden. Wir unterstützen Industrieunternehmen bei der Geschäftsentwicklung, Internationalisierung bei Finanztransaktionen und Projektfinanzierung. Unsere zertifizierten Coaches begleiten kleine und mittelgroße Unternehmen in Geschäftsaufbau und -ausrichtung.



**Dr. Ingo Baumann**



**Dr. Oliver Heinrich**

BHO Legal berät öffentliche und industrielle Auftraggeber in europäischen und nationalen Technologieprojekten. Unser Beratungsspektrum fokussiert sich auf Vergaberecht, IT-Recht, F&E-Recht, Vertragsrecht, Luft- und Weltraumrecht, sowie das relevante Europa- und Völkerrecht. Wir unterstützen alle Arten von Raumfahrtprojekten im nationalen und europäischen Rahmen, darunter Großprojekte wie Galileo, EGNOS, Copernicus oder SatcomBW. Unternehmen beraten wir bei der Teilnahme an Vergabeverfahren oder Förderanträgen, bei der Vertragserstellung und Vertragsverhandlung, bei der Gründung von Projektgesellschaften und Projektkonsortien, sowie in allen Fragen des juristischen Projektmanagements. Außerhalb der Raumfahrt unterstützen wir vor allem Projekte in den Bereichen Geoinformation, UAV, Sicherheit und Verteidigung, sowie allen Aspekten von IT und F&E Projekten.

Unsere Kanzlei wurde im Dezember 2008 von den Rechtsanwälten Dr. Ingo Baumann, Dr. Oliver Heinrich und Dr. Roderic Ortner gegründet. BHO Legal erhielt 2010 den ersten Preis beim bundesweiten Kanzleigründerwettbewerb der Hans-Soldan-Stiftung, der Bundesrechtsanwaltskammer, des Deutscher Anwaltvereins sowie der FAZ.

BHO Legal hat seinen Stammsitz in Köln und eine Zweigstelle in München. Wir sind Mitglied im International Institute of Space Law (IISL), European Centre for Space Law (ECSL), dem Weltraumkomitee der International Bar Association (IBA), der European Association of Remote Sensing Companies (EARSC), BavAIRia e.V., dem UAV DACH und UVS International.

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>1. HINTERGRUND UND STUDIENINHALT .....</b>	<b>1</b>
<b>2. CHANCEN DURCH NEWSPACE TRENDS .....</b>	<b>4</b>
2.1 Institutionelle Kunden .....	6
2.2 Neue Private Kunden .....	8
2.3 Datennetze, Breitband und Internet der Dinge.....	10
2.4 Zugang zum Weltall.....	14
2.5 Big Data .....	15
2.6 Geoinformationsdienste .....	17
2.7 Autonome Systeme.....	19
<b>3. DIMENSIONEN DER ERFOLGSFAKTOREN FÜR NEWSPACE .....</b>	<b>23</b>
3.1 Geschäftsphilosophie .....	24
3.2 Finanzierung .....	34
3.3 Technologiemanagement.....	46
3.4 Rahmenbedingungen .....	58
<b>4. EINSCHÄTZUNG DER AKTUELLEN SITUATION IN DEUTSCHLAND .....</b>	<b>65</b>
4.1 Geschäftsphilosophie: Geprägt durch Agenturgeschäft.....	65
4.2 Finanzierung: Kaum Risiko- und Wachstumskapital.....	70
4.3 Technologiemanagement: Raumfahrt als Selbstzweck .....	78
4.4 Rahmenbedingungen: Unzureichende Anreize für Kommerzialisierung.....	86
<b>5. NEWSPACE – NEUE GESCHÄFTSMODELLE IN DER VERNETZTEN WELT .....</b>	<b>91</b>
5.1 Digitalisierung als Herausforderung und Chance für die Raumfahrt.....	91
5.2 Geschäftsmodelle für NewSpace Made in Germany .....	95
5.3 Bausteine für NewSpace Made in Germany .....	99
5.4 NewSpace als Brücke zwischen Raumfahrt und Digitalwirtschaft .....	104
<b>6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>106</b>
6.1 Geschäftsphilosophie: Mehr Unternehmertum wagen und fördern .....	106
6.2 Finanzierung: NewSpace-gerechte Finanzierung schaffen .....	112
6.3 Technologiemanagement: Digitalisierung leben .....	117
6.4 Rahmenbedingungen: Wettbewerbsfähigkeit sichern .....	120

<b>7. ANHANGSÜBERSICHT.....</b>	<b>125</b>
A1 : Studienrahmen und Vorgehensweise .....	126
A2 : Abkürzungen und Fachbegriffe .....	127
A3 : Finanzierungshistorie - SpaceX .....	132
A4 : Finanzierungshistorie - Spire .....	133
A5 : Finanzierungshistorie - PlanetLabs .....	134
A6 : Finanzierungshistorie - UrTheCast .....	135
A7 : Investmentaktivitäten des Space Angel Network (USA) .....	136
A8 : Regulatorische Aktivitäten in ausgewählten Ländern .....	137
A9 : Rechtliche Aspekte von On-orbit Servicing .....	146
A10 : Rechtliche Aspekte des Ressourcenabbaus im All .....	148
A11 : Rechtliche Aspekte agiler Softwareentwicklung.....	151
A12 : Rechtliche Aspekte von 3-D Fertigungsverfahren .....	152
A13 : Rechtliche Aspekte des Weltraumtourismus .....	153
A14 : Rechtliche Hintergründe zu innovationsorientierten Förder- und Vergabeinstrumenten .....	155
A15 : Vernetzung im NewSpace über Soziale Medien .....	158
A16 : Industrieworkshop im BMWI in Januar 2016 .....	159
A17 : Quellenverzeichnis / Fußnoten .....	160

# 1. HINTERGRUND UND STUDIENINHALT

---

Die Raumfahrtstrategie der Bundesregierung aus dem Jahre 2010 hat wesentliche Entwicklungen der internationalen Raumfahrt identifiziert und mit ihren Leitlinien wichtige Akzente für die Positionierung Deutschlands gesetzt. So wurden beispielsweise die Auswirkungen der US-Weltraumpolitik zur verstärkten Kommerzialisierung und staatlichen Nutzung privater Anbieter bei Trägersystemen und Satellitendiensten schon berücksichtigt. Die Kommerzialisierung schreitet insbesondere den USA schnell voran. Die Gründung neuer Unternehmen mit hohem privatem Kapitaleinsatz, die Nutzung neuer Technologien und Herangehensweisen, und die Konvergenz mit dem Informationstechnologie-Sektor bilden die Grundlagen dessen, was in der Fachwelt seit einiger Zeit als „**NewSpace**“ bezeichnet wird.

Die Wichtigkeit der Informationstechnologie in der Raumfahrt steigt beständig. Vor 50 Jahren war die Raumfahrt Wegbereiter der IT Industrie. Heute ist es die Informationstechnologie, die den Takt in der Raumfahrt angibt. Die Dynamik des IKT-Sektors ist sehr viel höher als in der klassischen Raumfahrt, getrieben durch einen kurzen Generationszyklus von 2-3 Jahren, hohen Wettbewerbs- und Innovationsdruck in Massenmärkten, und die **immer breitere Digitalisierung der globalen Wirtschaft** und der privaten Lebenswelt.

In den letzten sechs Jahren sind bereits zwei IT-Generationen ins Land gezogen. In diesem Zeitraum wurden in den USA 2-3 Mrd. US\$ in Firmen und Projekte wie SpaceX, SkyBox, Spire, PlanetLabs oder OneWeb investiert. Die weltweit **einzigartige Kombination von Venture Capital und Unternehmertum** an der US-Westküste ist zum Taktgeber der kommerziellen Raumfahrt geworden. US-Regierungsbehörden unterstützen die Entwicklung durch massive Investitionen und als Ankerkunden für die neuen Systeme und Dienstleistungen.

Megakonstellationen auf **Mini-, Mikro- und Nanosatelliten**basis („CubeSats“) sind die Ikonen der NewSpace-Szene. Sie haben das Potential für vielfältige kommerzielle Anwendungen, insbesondere in der Erdbeobachtung, für Breitbandverbindungen und für das Internet der Dinge. Von Internet-Unternehmern inspiriert, entstehen so neue Big-Data- und Geoinformations-Geschäftsmodelle. Solche Konstellationen benötigen andere Startsysteme als ein fünf Tonnen schwerer geostationärer Kommunikationssatellit.

Weltweit werden neue Trägerraketen entworfen und gebaut, um den NewSpace-Unternehmen einen kostengünstigeren Zugang zum All zu ermöglichen. Startsysteme müssen zudem flexibler und in deutlich kürzeren Abständen als bislang verfügbar sein. Elon Musk hat mit SpaceX und Falcon-9 Fakten geschaffen. Der visionäre Internet-Unternehmer verfolgt seit seiner Kindheit ein Ziel: die Menschheit auf den Mars zu bringen. SpaceX ist ein Element für die dazu notwendige interplanetare Transportinfrastruktur. Das Versprechen, einen kostengünstigen Zugang zum All zu schaffen, brachte Musk die Unterstützung durch von Behörden und Satellitenbetreibern ein. NewSpace wird auch für institutionelle Akteure höchst relevant.

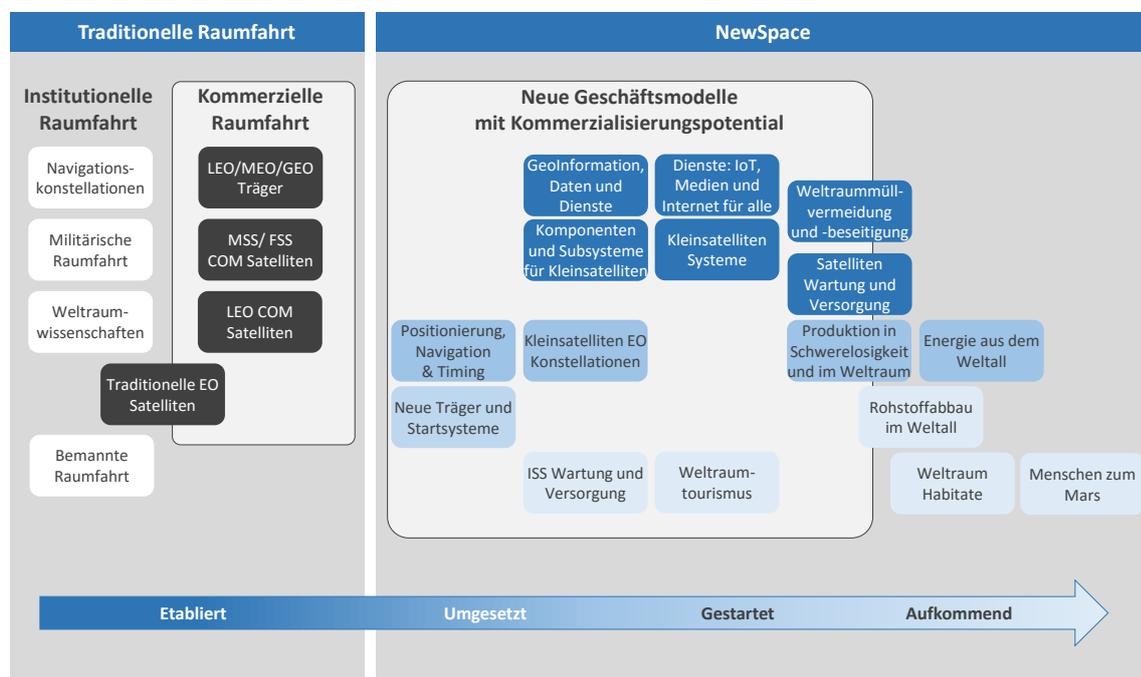


Abbildung 1: Gegenwärtige und zukünftige NewSpace Geschäftsfelder

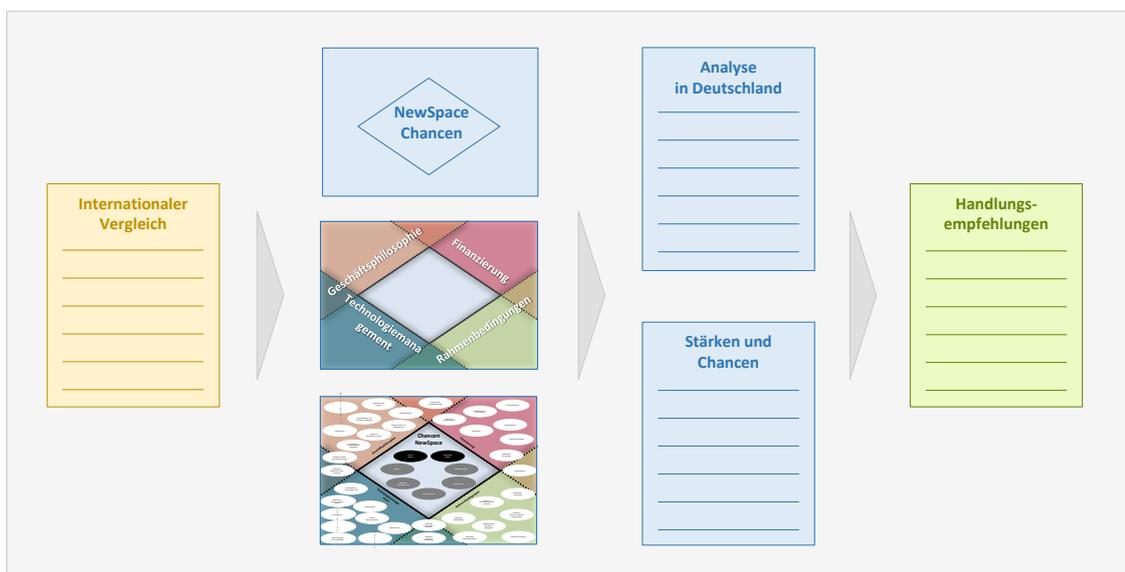
Abbildung1 zeigt die vielfältigen heute wirtschaftlich bedeutenden Geschäftsfelder der traditionellen Raumfahrt und verschiedenste NewSpace Geschäftsmodelle. **NewSpace erschließt** nach und nach **neue kommerzielle Felder über den traditionellen kommerziellen Raumfahrtsektor hinaus**.

Diese Studie ist ein Teil eines Aktionsplans<sup>1</sup> von BMWi/DLR-Raumfahrtmanagement, BDLI und IG Metall, um die Rahmenbedingungen angesichts aktueller und zukünftiger Entwicklungen – insbesondere der rasanten Entwicklung der kommerziellen Raumfahrt in den USA – zu überprüfen.

Mit der vorliegenden Studie hat das Bundeswirtschaftsministerium den NewSpace-Faden aufgenommen. Im Bestreben, die Triebkräfte von NewSpace besser zu verstehen und so Vorteile für die deutsche Wirtschaft zu generieren, **untersucht** diese Studie:

- **Geschäfts- und Finanzierungsmodelle** von NewSpace im Zusammenhang,
- Ansätze zur Nutzung resultierender **Chancen** für die deutsche Industrie, und
- die dafür notwendigen **Rahmenbedingungen** und **politischen Handlungsfelder**.

Im Zeitraum Herbst 2015 bis Frühjahr 2016 wurden Experten konsultiert, relevante Konferenzen besucht, Industrieworkshops durchgeführt und unzählige Internetrecherchen durchgeführt. Die Methodik der vier Dimensionen von Erfolgsfaktoren wurde iterativ erarbeitet und auch als Studiengliederung herangezogen.



Hinsichtlich der Untersuchung rechtlicher Rahmenbedingungen wird ein Überblick über die für NewSpace relevanten Fragestellungen gegeben. Dabei liegt der Fokus nicht alleine auf dem internationalen und nationalen Weltraumrecht; gewünscht war vielmehr eine möglichst breite Erfassung **der für NewSpace wesentlichen Aspekte aus den unterschiedlichsten Rechtsgebieten**. Klassische Rechtsfragen, wie sie sich etwa aus dem europäischen Beihilferecht oder in Bezug auf Geistiges Eigentum ergeben, werden ausgeklammert, soweit sich im Hinblick auf NewSpace nicht neue Aspekte ergeben. Die rechtlichen Fragestellungen in direktem Zusammenhang mit den wirtschaftlichen und technischen Aspekten dargestellt. Nicht nur in den USA, sondern auch in europäischen Nachbarländern, hat der Gesetzgeber bereits auf NewSpace reagiert. Die Studie greift gesetzliche Maßnahmen in ausgewählten Ländern auf, ohne dabei Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben oder auf Detailfragen einzugehen.

## 2. CHANCEN DURCH NEWSPACE TRENDS

---

NewSpace wird sowohl durch neue Märkte für Dienste und Anwendungen, als auch durch die Entwicklung disruptiver Technologien und Produkte getrieben. Anders als in der klassischen Raumfahrt liegt der **Fokus** allerdings nicht auf der Entwicklung dieser neuen Technologien, sondern **auf dem Markterfolg durch innovative Anwendungen**.

Viele Gründer der amerikanischen NewSpace-Firmen kommen aus der IT-Branche und nutzen ihre in vorangegangenen Gründungen gewonnenen Erfahrungen und finanziellen Mittel. Ihre Geschäftsphilosophie zeichnet sich aus durch die **Fokussierung auf die bedarfsgerechte Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen**, das Hinterfragen des Status Quo, die Förderung innovativer Ideen abseits der Norm, durch strenge Kostenorientierung, sowie durch Firmenstandorte, die für hochqualifizierte Arbeitnehmer aus aller Welt attraktiv sind.

Ein besonderes Merkmal ist die **zunehmende Konvergenz mit dem IT-Sektor**, welche sich auf mehreren Ebenen äußert: Einerseits ergibt sich aus dem IT-Sektor eine große Nachfrage nach globalen Systemen und Diensten zur Deckung des Breitbandbedarfs, für das Internet der Dinge, für Location Based Services oder für Big Data. Andererseits werden Geschäftsmodelle (E-Commerce), Dienste (Cloud Computing) und Herangehensweisen (agile Softwareentwicklung) vom IT-Sektor auf die Raumfahrt übertragen.

Produktionstechnisch bevorzugt man die Eigenfertigung kritischer Elemente, ist jedoch bei strategischem Nutzen einem Teilen der Ideen nach dem „Open Source“ - Prinzip nicht abgeneigt. Analog zur IT **werden für skalierbare Geschäftsmodelle technische Lösungen gesucht**. Anstatt - wie für die Raumfahrt üblich - auf maßgeschneiderten und daher teuren Einzelanfertigungen zu bestehen, bedient man sich möglichst kommerziell erhältlicher Komponenten z.B. aus der Luftfahrt oder der Automobilbranche.

Kennzeichnend für die unternehmerische Initiative der Akteure ist die **Bereitschaft, die Erstfinanzierung auf eigenes Risiko** zu übernehmen. Grundlage dafür ist die physische Nähe zu **Risikokapitalgebern**, welche den Hauptanteil der Finanzierung sicherstellen. Aber auch auf staatliche Unterstützung wird zurückgegriffen, sei es durch Exportkredite staatlicher Banken, durch langfristige Dienstleistungsverträge mit Bedarfsträgern bzw. Abnahmegarantien, die Nutzung klassischer F&E-Fördermodelle, die Übernahme und Nutzung staatlicher Infrastrukturen oder auch durch Steuererleichterungen.

Begünstigend wirken die **auf Kommerzialisierung ausgerichteten rechtlichen Rahmenbedingungen**, die in kurzen Zyklen auf ihre Wirksamkeit überprüft werden. Nachdem in den USA schon früh die Kommerzialisierung der Satellitenkommunikation und der Erdbeobachtung geregelt wurde, erfolgte mit dem Space Act 2015 ein weiterer Schritt: die Wegbereitung für kommerziellen Vorhaben zum Rohstoffabbau im All.

Charakteristisch für Akteure und Anbieter im NewSpace ist die **primäre Ausrichtung ihres Geschäftsmodelles auf Marktchancen**. Diese entstehen durch:

- **Institutionelle Kunden**, wie die Raumfahrtagenturen, Regierungen, Sicherheitsbehörden oder das Militär
- **Neue private Kunden**, v.a. aus der Internetwirtschaft und zunehmend auch aus anderen Industriesektoren

## NewSpace Chancen

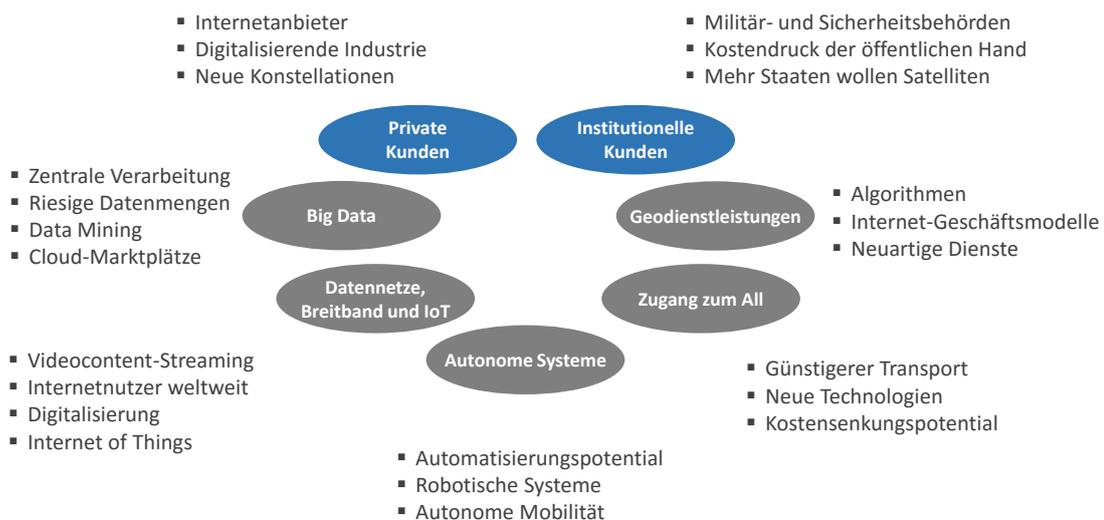


Abbildung 2: Chancen und Markttreiber von NewSpace

Die Markttreiber liegen vorwiegend in folgenden Anwendungsfeldern:

- **Weltweite Datennetze, Breitbandversorgung, und das Internet der Dinge**
- **Geoinformationsdienste** für privatwirtschaftliche Anwendungen, z.B. im Versicherungssektor oder in der Öl- und Gasindustrie
- **Big Data** Anwendungen, deren Datengewinnung satellitengestützt erfolgt
- **Autonome Systeme**, die sich zur Steuerung und Kontrolle auf Satellitennavigation und -kommunikation stützen

## 2.1 Institutionelle Kunden

Die Kommerzialisierung der Raumfahrt wurde in den USA auch durch die NASA vorangetrieben. Die verstärkte Nutzung privater Dienstleistungen nahm 2010 mit dem ‚NASA Authorization Act of 2010‘ ihren Anfang. Dieser bildet die Grundlage für Aufträge an die Industrie zur Entwicklung neuer Systeme und Dienstleistungen für die Versorgung der internationalen Raumstation ISS („Space Act Agreements“).

Im Zuge dreier Tranchen wurden bis Mai 2014 1,4 Milliarden US Dollar in die Entwicklung von Trägersystemen, Kapseln, Mini-Shuttles und bestimmten Schlüsseltechnologien investiert. Tabelle 1 zeigt die NASA Space Act Agreements mit privaten Firmen zur Entwicklung kommerzieller Crew- und Frachttransportsysteme und listet die jeweiligen Entwicklungsaufträge, die Auftragssummen und die beauftragten Unternehmen auf.

**Tabelle 1: Die NASA Space Act Agreements für Crew Transport mit privaten Firmen (Quelle: Space Portal, Margaret Rich)**

NASAs Commercial Crew & Cargo Space Act Agreements			
	Firma	Betrag	Entwicklungsauftrag
CCDev 1	Blue Origin	3,7	Launch Escape System (LES)
	Boeing	18,0	CST-100 Development
	Paragon Space Development Corp.	1,4	Air Revitalization System (ARS) Engineering Development Unit
	Sierra Nevada Corporation (SNC)	20,0	Dream Chaser (DC)
	United Launch Alliance	6,7	Emergency Detection System (EDS)
<b>CCDev 1:</b>		<b>49,8</b>	<b>Mio. US\$</b>
CCDev 2	Blue Origin	22,0	Blue Origin capsule - ISS Lifeboat
	Boeing	92,3	CST-100 Maturation/Testing
	SpaceX	75,0	Falcon 9/Dragon transportation system
	Sierra Nevada Corporation	80,0	Dream Chaser Space System (DCSS)
<b>CCDev 2:</b>		<b>269,3</b>	<b>Mio. US\$</b>
CCiCap	SpaceX	440,0	Updated Falcon 9 spacecraft - crewed demo flight
	Boeing	460,0	CST-100: CDR & Demo flight
	Sierra Nevada Corporation	212,5	Dream Chaser Space System (DCSS)
<b>CCiCap:</b>		<b>1.112,5</b>	<b>Mio. US\$</b>
<b>Gesamtinvestition:</b>		<b>1.431,6</b>	<b>Mio. US\$ im Zeitraum 2010 - Mai 2014</b>

Aufbauend auf den Erfolgen des Programms hat die NASA bekanntgegeben, das Programm mit dem sog. ‚Certifications Products Contract‘ (CPC) fortzusetzen. Es sollen mehrere 10 Mio. US Dollar Fixpreisverträge vergeben werden, um frühe kritische Zertifizierungsarbeiten für das NASA Crew Transportation System umzusetzen.

Bedarfsbündelnde Agenturen wie die NGA schreiben langfristige Datenlieferverträge aus und sorgen auf diese Weise für Investitionssicherheit und für eine wachsende private Industrie.

Gleichzeitig ist auch behördenseitig eine Offenheit für am Markt angebotene Leistungen entstanden. Traditionelle Ankerkunden für Erdbeobachtungsdaten, insbesondere die US NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) erwarten von NewSpace neue Möglichkeiten zur Deckung ihres stetig wachsenden Bedarfs. Im Oktober 2015 wurde ein Strategiepapier („Commercial Geoint Strategy“) veröffentlicht, in welchem die NGA darlegt, wie man mit NewSpace-Firmen zusammenarbeiten und von ihnen profitieren möchte. So sollen individualisierte Verträge mit unterschiedlichen Preisen, Zeitspannen und Anforderungen geschlossen werden.

*„Die kombinierten Möglichkeiten einer zunehmend kommerzialisierten Raumfahrt, der Revolution durch Kleinsatelliten und einer lebendigen Gemeinschaft von Unternehmen, die das Potenzial georeferenzierter Daten bereits verwerten, hat uns dazu inspiriert, nach neuen Gelegenheiten zu suchen.“* (NGA-Direktor Robert Cardillo)

Ab 2017 sollen erste Projekte finanziert werden, um die Daten und Dienste der neuen kommerziellen Systeme zu testen und ihr Potential für den Bedarf der NGA zu evaluieren. Durch diese staatlichen Initiativen wird die Erweiterung bzw. Erneuerung des Ökosystems „Raumfahrt“ gezielt unterstützt. Etablierte Spieler wie Boeing können sich nicht mehr alleinigen Anspruch auf staatliche Mittel erheben, die Vielfalt der Anbieter wird deutlich größer.

Durch günstiger werdende Satelliten können sich immer mehr Nationen eigene Satelliten leisten. Dadurch wächst der Exportmarkt v.a. für Erdbeobachtungs-Kleinsatelliten. Das Vereinigte Königreich hat mit seiner auf Kommerzialisierung, Export und Raumfahrt Dienstleistungen angelegten Strategie bereits erste Erfolge zu verzeichnen: Raumfahrtunternehmen aus Nordamerika und Kontinentaleuropa, darunter auch NewSpace-Akteure, haben sich in den letzten beiden Jahren in Großbritannien niedergelassen. Zur Finanzierung arbeitet man intensiv an der Vernetzung der kommerziellen Raumfahrtszene mit dem Finanzplatz London. Auch Frankreich hat das Thema erkannt und scheint sich Bereiche von NewSpace nachhaltig erschließen zu wollen - bislang vertraut man auf etablierte staatliche Instrumente wie Exportfinanzierung und politische Unterstützung des Verkaufs von Raumfahrttechnik.

## 2.2 Neue Private Kunden

Die Kommerzialisierung wird nicht nur durch staatliche, sondern auch durch private Nachfrage befeuert. Telekommunikations- und Medienunternehmen nutzen Kommunikationssatelliten für nationale Breitbandnetze. Globale Unternehmen, z.B. aus der Öl- und Gasindustrie, benötigen spezielle Kommunikationsdienste und greifen zunehmend auch auf Erdbeobachtungsdienste (z.B. für die Planung oder Überwachung von Pipelines und Plattformen oder für die Erforschung neuer Bohrquellen) zurück.

Der kommerzielle Markt für Erdbeobachtung zeigt ein erhebliches Wachstum. Im Laufe des letzten Jahrzehnts wurden insgesamt 179 Erdbeobachtungssatelliten gestartet. Der weltweite Ausbau staatlicher Erdbeobachtungs-Programme (z.B. Copernicus) bedingt auch einen Auftragsschub für die Industrie. Kommerzielle Konstellationen von Kleinsatelliten komplementieren die bestehenden staatlichen und privaten Systeme durch ihre globale Abdeckung mit hoher Wiederkehrrate (und einer mittelmäßigen Auflösung im Bereich von 3m oder mehr).

Der größte Schub für NewSpace kommt dabei aus der Internetwirtschaft, die sowohl als Kunde als auch als neuer Akteur in Erscheinung tritt. Google hat sich mit Google Earth und der Google Earth Engine zu einem der größten Nutzer von Erdbeobachtungsdaten entwickelt. Mit der Akquisition des NewSpace-Startups Skybox Imaging (heute TerraBella) im Sommer 2014 für 500 Millionen USD hat Google gar ein Geschäft mit eigenen Satelliten erworben. Das Transaktionsvolumen zeigt die strategische Bedeutung für zukünftige geo-basierte Geschäftsmodelle.

Google engagiert sich auch in Unternehmen, welche weltweite Anbindung und Versorgung mit Breitband-Internet sicherstellen. Google ist bereits an O3b beteiligt. Kürzlich wurde zusammen mit Fidelity Investment für 1 Milliarde USD eine Beteiligung an Space X erworben, um die Entwicklung, Realisierung und den Betrieb einer „Internet from Sky“ Satellitenkonstellation zu ermöglichen. Darüber hinaus investiert Google mit dem „Project Loon“ in Höhenballons, um das Internet auch in entlegene Winkel der Erde zu bringen.

Facebook, Amazon & Co. haben ähnlich ehrgeizige Programme aufgesetzt oder unterstützen diese. Insbesondere Facebook treibt die weltweite Vernetzung über die Initiative „internet.org“ voran. Das Konzept erfasst nicht nur Satelliten, sondern auch alternative fliegende Plattformen wie Höhengleiter oder Drohnen.

Derartig ehrgeizige, im wahrsten Sinne des Wortes „weltumspannende“ Vorhaben verlangen enorme Investitionen; sie haben das Potenzial, die Kräfteverhältnisse in dem etablierten Ökosystem „Raumfahrt“ nachhaltig zu verschieben.

## Google, Facebook, SpaceX, OneWeb plan to beam Internet everywhere

### Elon Musk's Next Mission: Internet Satellites

SpaceX, Tesla Founder Explores Venture to Make Lighter, Cheaper Satellites

### Google Invests in Satellites to Spread Internet Access

Company Projects Spending More Than \$1 Billion to Connect Unwired Reaches of the Globe

## SpaceX Raises \$1 Billion from Google and Fidelity for Satellite Internet Project

## Zuckerberg says Facebook will deliver 'internet from space' to Africa

Eine Milliarde Dollar für SpaceX-Projekt

Warum Google in Internet aus dem All investiert

## Inmarsat to offer "The Internet of Everywhere", well, basically, everywhere

Die Beispiele zeigen, dass Raumfahrtinfrastruktur vorwiegend als Mittel zum Zweck gesehen wird - Drohnen oder hochfliegende Ballonsysteme werden eingesetzt, wenn diese bessere Lösungen bieten. Raumfahrt der Raumfahrt wegen wird es bei NewSpace nicht mehr geben. Stattdessen erfolgt eine nüchterne Abwägung des Verhältnisses von Kosten und Nutzen aus rein kommerzieller Perspektive.

Die schon heute viele Lebensbereiche dominierenden Internetgiganten sind weiter auf dem Vormarsch. Sie werden sich auch Bereiche vornehmen, die im Zentrum der europäischen und deutschen Industrie und Wirtschaft stehen.

*„Companies that have previously not been related to space activities, such as Coca-Cola, Google, and Toyota, are looking towards space industries as business tools.“*

*(Shigaki Kuzuoka, Satellite Business Network)<sup>2</sup>*

Alles deutet darauf hin, dass durch NewSpace Anwendungsbereichen und Branchen erschlossen werden, die heute noch nicht oder nur in einem sehr begrenzten Umfang diese Raumfahrtlösungen nutzen. Maßgeblich getrieben wird das durch die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Punkte.

## 2.3 Datennetze, Breitband und Internet der Dinge

Die Welt ist – nicht zuletzt dank Satelliten – zu einem globalen Dorf geworden, in dem alles mit jedem in immer vielfältigerer Weise vernetzt ist. Dabei gibt es signifikante Unterschiede in den verschiedenen Weltregionen, was mit dem Stichwort „Digital Divide“ umschrieben wird:

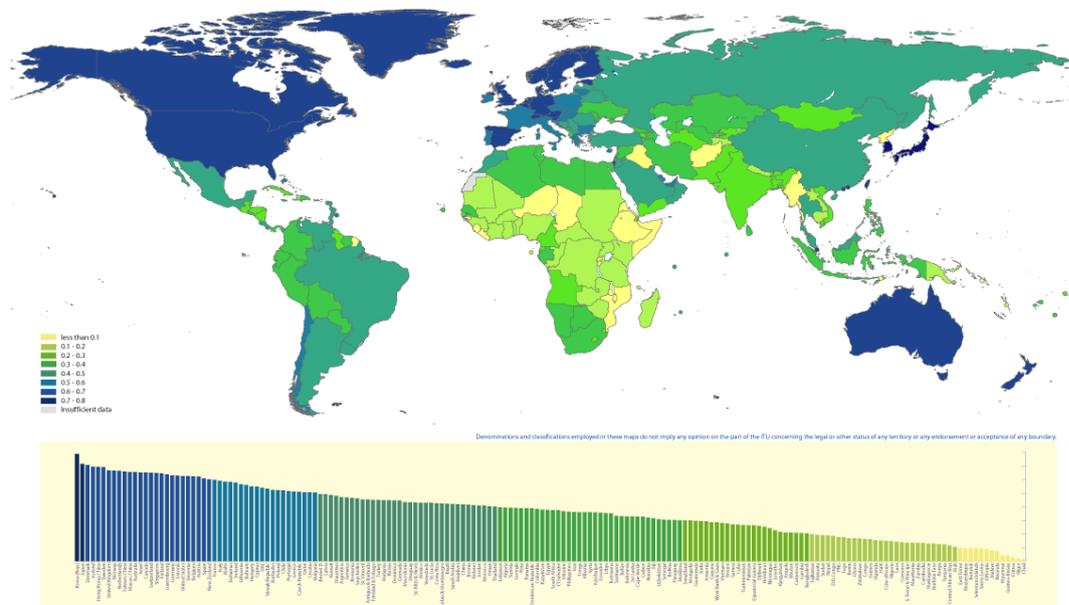


Abbildung 3: Der Index der digitalen Möglichkeiten – je heller die einzelnen Länder erscheinen, desto größer sind die Geschäftsmöglichkeiten für IKT-Lösungen (Quelle: ITU, 2005)

**Breitband:** In der Satellitenkommunikation setzt vor allem die Internetwirtschaft große Hoffnungen auf NewSpace. Durch die weltweite Breitbandinternet-Versorgung mit Satellitenkonstellationen werden die fehlenden 50% der Weltbevölkerung an das Internet und damit die Dienste der Internetgiganten angebunden (siehe auch Abbildung 3). Einige Firmen tragen dieses Ziel schon im Firmennamen: So steht O3b für die „**O**ther **3** billion“ Menschen, die bislang ohne Internetanbindung sind.

Satelliten mit ihrer großen Reichweite könnten helfen, den digitalen Graben zu schließen. Viele der neuen Betreiber von Kommunikationssatelliten fokussieren sich auf das Angebot einer Internetanbindung über Satellit in unterentwickelten Regionen, besonders in Afrika. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich ist, ist Afrika auch digital der „vergessene Kontinent“ – besonders Länder im Zentrum des Kontinents haben eine sehr geringe Internetabdeckung. Da sich dies in den letzten zehn Jahren – trotz des massiven Wachstums des Mobilfunks - nicht wesentlich verbessert hat, sehen Unternehmen große Geschäftsmöglichkeiten.

OneWeb möchte 650 Satelliten bis 2020 im All haben, SpaceX gar bis zu 4000. Den kommerziellen Anspruch bringt OneWeb-CEO Matt O’Connell auf den Punkt: *“I got hired by Qualcomm and Virgin because I am expected to make them a lot of money, not to create a mission”*.



**Abbildung 4: OneWeb Bodensegment und sein Einsatz für Investor Coca-Cola in Entwicklungsländern**

Globale Kommunikationsinfrastrukturen sind auch notwendig für das Internet der Dinge und für (semi-)autonome Systeme wie Drohnen, selbstfahrende Autos, Schiffe und dergleichen. In Flugzeugen werden den Passagieren zunehmend Breitbandverbindungen für Internet und E-Mail (Inflight Connectivity) angeboten.



**Abbildung 5: Angebot und Pläne für Internet im Flugzeug (Quelle: Euroconsult 2015)**

Nach aktuellen Zahlen von Euroconsult nutzen bereits 6,2% der Passagiere das Angebot und geben durchschnittlich 12 USD für die Nutzung während des Fluges aus. Weltweit haben bereits über 70 Fluglinien ein solches Angebot bzw. wollen es zeitnah einführen. Die Deutsche Telekom hat gemeinsam mit INMARSAT ein umfassendes Angebot für die Flotte der Lufthansa entwickelt. Die deutlich zunehmende Nachfrage nach Kapazität und Bandbreite eröffnet große Chancen für etablierte Satellitenbetreiber und für neue Anbieter mit kostengünstigen Alternativen.

**Datennetze:** Satellitenkommunikation wird heute vorwiegend dafür verwendet, Fernsehsignale in Kabelnetze zu leiten oder direkt zu übertragen. Aufgrund der großen Abdeckung können Informationen global verteilt werden und Autos, Schiffe und Flugzeugen vernetzt werden. Abgelegene Gebiete, die nicht durch Mobilfunk oder Glasfasernetze verbunden sind, können am besten per Satellit versorgt werden. Satellitenkommunikation ist essentiell für Auslandseinsätze des Militärs oder von Hilfsorganisationen.

**Internet der Dinge (IoT):** Das Internet der Dinge ist die größte und grundlegendste Entwicklung seit der Anfangsphase des Internets. Immer mehr Menschen, Prozesse und einfach alle „Dinge“ werden miteinander verbunden. Dadurch steigen die Anforderungen an eine breitbandige, sichere und kostengünstige Vernetzung. Satelliten spielen hierbei eine entscheidende Rolle.

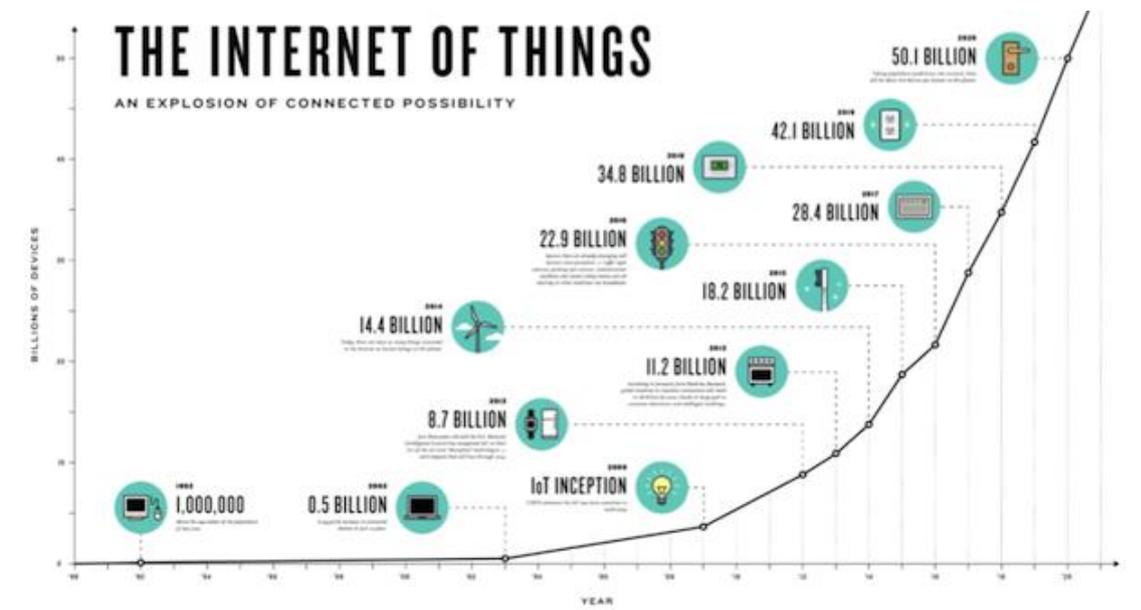


Abbildung 6: Marktpotential für das Internet der Dinge (Quelle: Cisco)

Besonderes sichtbar wird das in der Automobilbranche. Während Konnektivität von Autos heute mehr oder weniger für Entertainment-Anwendungen genutzt wird, wird diese nun notwendige Voraussetzung für das autonome Fahren. Ein ganz neues Ökosystem „Mobilität“ wird dadurch geschaffen. In den nächsten Jahren werden weitere Industriebereiche von der Digitalisierungswelle erfasst. „Klassische“ Industrien wie der Maschinen- und Anlagenbau werden auf den Digitalisierungszug aufspringen, um eine sichere Datenübertragung zu ihren global verteilten Produktions- und Vertriebsstätten sicherzustellen. Nach Analysen von Cisco hat das Internet der Dinge im nächsten Jahrzehnt ein Marktpotenzial von 19 Milliarden USD.

Mehrere große Technologietrends konvergieren, um das Internet der Dinge möglich zu machen. Dazu gehören Cloud- und Mobile Computing und Technologien zur Generierung und Analyse von großen Datenmengen („Big Data“). Diese Trends verändern die Art und Weise, wie wir Geräte nutzen, und beeinflusst unser tägliches Leben. Die Veränderungen bieten erhebliche Chancen für IKT Unternehmen. Satellitenlösungen sind ein essentieller Bestandteil des zukünftigen Kommunikations-Ökosystems.

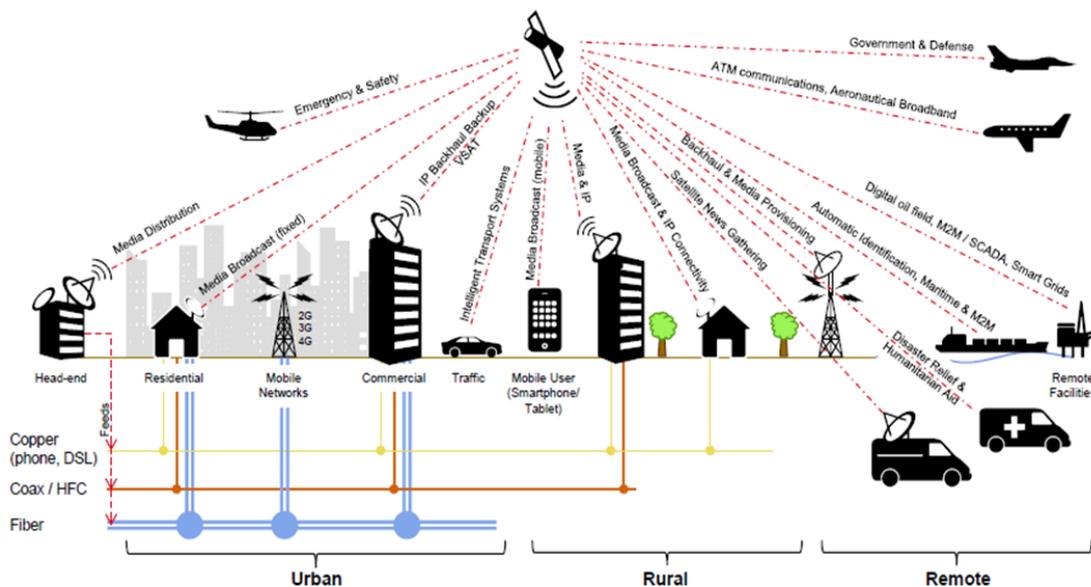


Abbildung 7: Satellitendienste im ubiquitären Kommunikationsmix (Quelle: Booz & Co. 2012) <sup>3</sup>

Die Integration zu hybriden Netzen wird nahtlose Konnektivität auf der ganzen Welt ermöglichen. Für die Satellitenkommunikation setzt dies voraus:

- Kostengünstige Satellitenkonstellationen für Konnektivität (Breitbandinternet) in entlegenen Gebieten oder unterversorgten Regionen.
- Kostengünstige, energieeffiziente, kleine Satellitenterminals für M2M und IoT
- Einbindung in erdgebundene Hybridnetzwerke
- Verbesserung in Kompressions- und Übertragungstechnologien

Satelliten werden eine Schlüsselposition einnehmen. Sie bieten im Vergleich zu den Mobilfunknetzen 25-fach bessere, spektrale Effizienz. Mit dieser Fähigkeit sind sie in der Lage, 50-mal mehr digitale Inhalte als alle Mobilfunknetze zusammen zu übermitteln. Es wird erwartet, dass der Markt für Machine-to-Machine (M2M) Kommunikation im Jahr 2020 zwei Drittel der L-Band-Kapazität benötigen wird.

*“IoT and Cars will be huge suckers of bandwidth” (Matt O’Connell, CEO OneWeb)*

## 2.4 Zugang zum Weltall

NewSpace-Akteure – so wie auch alle anderen kommerziellen Betreiber – wollen möglichst kostengünstig ins All kommen. Zusammen mit der Einstellung des Space Shuttle Programms bereitet dies den Boden für SpaceX.

Neben einem günstigen Preis verlangen die Akteure nach Systemen, die flexibler und in viel kürzeren Abständen als die großen Träger verfügbar sind. Bislang werden Kleinsatelliten meist als Sekundärnutzlast gestartet, d.h. ihr Startfenster wird durch die Anforderungen des Primärsatelliten vorgegeben. Startverzögerungen beim Primärsatelliten können das dem Kleinsatelliten zugrundeliegende Geschäftsmodell gefährden. Daher haben sich inzwischen für Klein(st)satelliten andere Träger etabliert.

*“We will see launches for prices measured not in millions but 100s of thousands”*  
Dr. Russ Muzzolini, CTO Spire

Die folgende Abbildung zeigt die erwartete Entwicklung der Startkosten in den Low Earth Orbit.

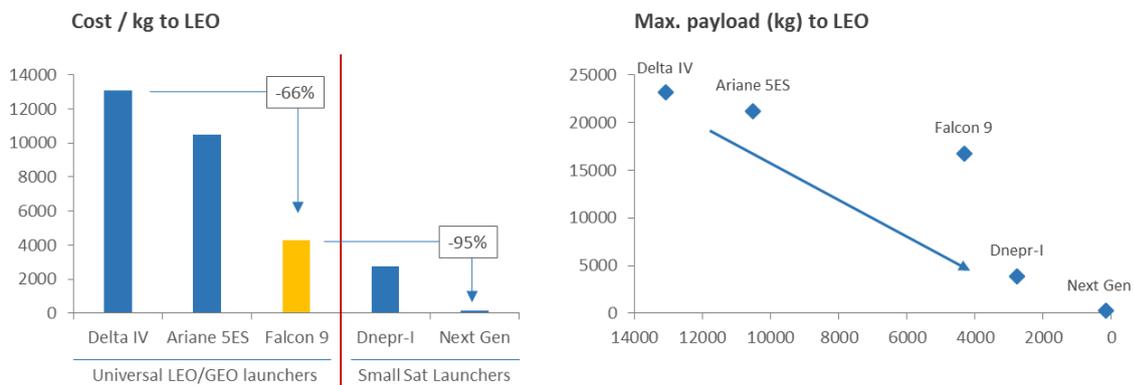


Abbildung 8: Vergleich der LEO-Startkosten (Quelle: eightyLEO)

Es bleibt abzuwarten, ob es den neuen Anbietern tatsächlich gelingen wird, die Startkosten in den LEO auf unter 200 USD/kg zu senken.

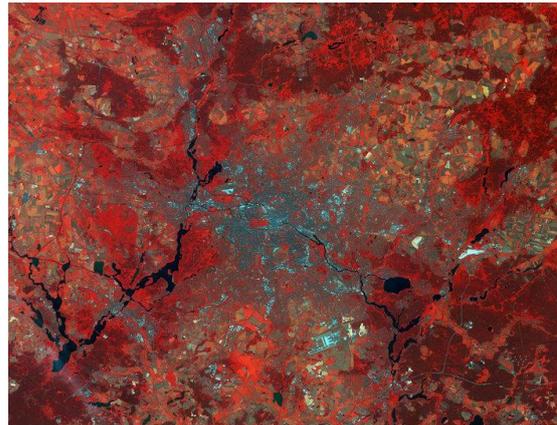
## 2.5 Big Data

Waren die ersten Erdbeobachtungssatellitenbilder noch schwarz-weiß und von limitierter Datengröße, so liegen die Datensätze der heutigen Erdbeobachtungssatelliten im Bereich von 27 bis 500 Megabyte:

Das Pentagon, aufgenommen durch einen Corona-Satellit im Jahre 1967 (Quelle: NRO)



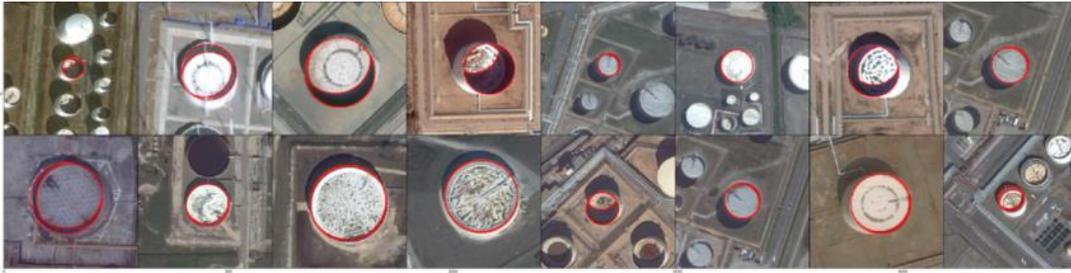
Berlin, aufgenommen von Copernicus Sentinel-2A, 2015 (Quelle: ESA)



**Abbildung 9: Erdbeobachtung – gestern und heute (Quelle: NRO und ESA)**

Die Speicherung, Bereitstellung, Verarbeitung und Analyse solch großer Datenmengen verlangt nach neuen Technologien und Lösungen. Zunehmend kommen kommerzielle Anbieter von Cloud Computing ins Spiel. So füllen bereits heute große Internetkonzerne ihre Cloud-Server proaktiv mit verfügbaren Erdbeobachtungsdaten. Auf Cloud-Plattformen kann nicht nur auf die Daten zugegriffen werden, sondern auch auf Werkzeuge zur Bearbeitung und Analyse. Modelle des E-Commerce werden genutzt, um Informationen auf Abruf auf speziellen Internetportalen anzubieten.

Das wiederum ermöglicht neue Anwendungsfelder für Erdbeobachtungsdaten und -analysen. Es ist zum Beispiel möglich, die weltweit in Tanklagern vorhandenen Ölmengen tagesgenau zu bestimmen, indem die Füllstände über den Schattenwurf der in der Höhe variablen Tanklagerdecken abgeschätzt werden.



**Abbildung 10: Erdbeobachtungsdaten zeigen den Füllstand von Treibstofftanklagern an**

Ebenso können Bautätigkeiten in Entwicklungs- und Schwellenländern überwacht werden und mit den offiziellen Angaben abgeglichen werden. All das sind wichtige Informationen für die Finanz- und Versicherungswirtschaft sowie für volkswirtschaftliche Analysen. Die Erfassung der Belegung von Parkflächen vor Einkaufszentren erlaubt eine dynamische Lenkung von Verkehrsströmen eine Analyse des Einkaufs- und Konsumverhaltens. Es würde nicht überraschen, wenn Google seine Skybox/TerraBella-Satelliten dazu nutzt, solche dynamischen Analysen für seine Geschäftszwecke zu forcieren.



**Abbildung 11: Beobachtung von Parkflächen eines Einkaufszentrums**

Der Phantasie für weitere Anwendungen sind keine Grenzen gesetzt. Wichtig ist, dass Deutschland die Marktchancen erfasst und rechtzeitig aufgreift.

Den begründeten datenschutzrechtlichen Bedenken - aber auch der vagen Furcht vor „Big Brother“ - muss sachlich und lösungsorientiert begegnet werden, denn diese Anwendungen werden kommen – mit oder ohne uns. Beispiele in anderen Bereichen, z.B. bei Suchmaschinen und in sozialen Netzwerken, gibt es dafür genug. Eine nachträgliche Korrektur vergangener Versäumnisse ist kaum mehr möglich.

## 2.6 Geoinformationsdienste

Der Begriff Geoinformation (Geospatial Intelligence) bezieht sich auf Erkenntnisse, die aus der Nutzung und Analyse von Bildern und Geodaten entstehen. Physikalische Eigenschaften und geo-referenzierte Aktivitäten auf der Erde werden beschrieben, bewertet und visuell veranschaulicht. Erdbeobachtung (EO) steht im Mittelpunkt der Geoinformation; Daten werden von Satelliten gewonnen, deren Nutzlasten vom ultravioletten bis zum Mikrowellenbereich alles abdecken. Die Verarbeitung und Veredelung der Daten verlangt Fähigkeiten aus vielen Bereichen der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT), wie zum Beispiel erweiterte Datenkompression, Automation (z.B. automatische Änderung der Merkmalsextraktion), Datenverteilung, Grid-Computing, Cloud Computing, Big Data Spanning, Datenzugangs- und Analyseplattformen, usw.

Geoinformation bietet effektive Möglichkeiten unseren Planeten zu überwachen. Sie bildet die Grundlage für Analysen und Überwachung in Bereichen wie Kartografie, Landwirtschaft, Notfallmaßnahmen, Transport, Waldüberwachung, geologische Exploration, Landnutzungsklassifikation, Stadtplanung, Schadensbewertung und Infrastruktur-Monitoring. Google Earth und andere Anwendungen haben dabei gezeigt, dass Geoinformation auch für Massenmärkte viele Möglichkeiten bietet.



*Wir nennen das Erdbeobachtung 2.0 – **Satelliten sind einfach Sensoren und die Magie liegt in der Nutzung und grenzenlose Analyse der gewonnen Daten.** Auf diese Weise finden wir Antworten auf die wichtigsten Herausforderungen unserer Welt, unabhängig von der Datenquelle".*

"Skybox Satelliten werden Google Maps mit präzisen und aktuellen Bildern versorgen und somit hochaktuell halten", war eine der zentralen Aussagen bei der Akquisition. Heute werden die Synergien mit Google klarer formuliert: *"As a Google company now, we are also now working with a wide array of geospatial data sources, machine learning capabilities, and experts that we could not have imagined as an independent start up company. These resources will give us a **unique ability to transform raw imagery into data to help people and organizations make more informed decisions**"<sup>4</sup>*

Die Umsatzerlöse für den Verkauf von Erdbeobachtungsdaten und Mehrwertdienste von kommerziellen Betreibern betragen 2,0 Milliarden Euro im Jahr 2012. Der Markt wird voraussichtlich auf 5,3 Milliarden Euro bis 2020 wachsen. Zahlreiche neue Marktteilnehmer haben ihre ersten Satelliten gestartet, und andere Unternehmen, vor allem aus dem Bereich der kommerziellen Meteorologie und Umweltüberwachung (z.B.

Spire), werden in den nächsten Jahren folgen. Euroconsult<sup>5</sup> rechnet mit dem **Start von 1200 Konstellationen-Satelliten unter 50 kg**, hier im Zahlenvergleich zu operationellen EO Satelliten mit hoher Auflösung:

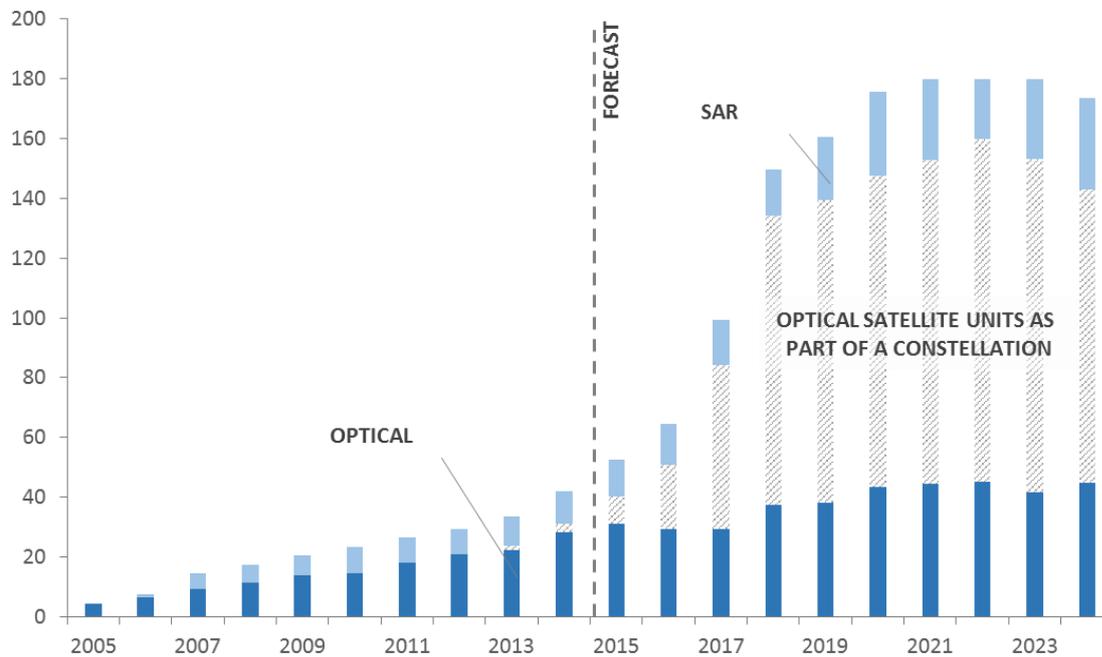


Abbildung 12: Vorhersage zum Wachstum der Erdbeobachtungssatelliten (Quelle: Euroconsult)

Die jüngsten Akquisitionen von etablierten europäischen Erdbeobachtungsunternehmen durch VC-finanzierte NewSpace-Akteure in Nordamerika (UrtheCast-Deimos; PlanetLabs-Blackbridge) zeigen die Attraktivität des Sektors. Getrieben durch die neuen Wettbewerber werden etablierte Betreiber im Hinblick auf Geschäftsmodelle, technische Ausrichtung (Bodenauflösung, Wiederholraten, Geolokationsgenauigkeiten) und Preisgestaltung reagieren müssen:

- PlanetLabs will jeden Tag mit 150 Nanosatelliten ein Bild des gesamten Planeten erfassen
- TerraBella will mit 24 Mikrosatelliten dreimal täglich ein hochauflösendes Bild der Erde schaffen

## 2.7 Autonome Systeme

Autonome Systeme haben Bedeutung für NewSpace in drei Dimensionen:

- Autonome Weltraumsysteme
- Robotische Aktivitäten im Weltall
- Technologietransfer aus der Raumfahrt für autonome Mobilität

**Autonome Weltraumsysteme:** Dies sind Raumfahrtsysteme, die, den NewSpace-Prinzipien folgend, in hohem Maße autonom sind, um bei den Betriebskosten wesentlich wettbewerbsfähiger als herkömmliche Systeme zu sein.

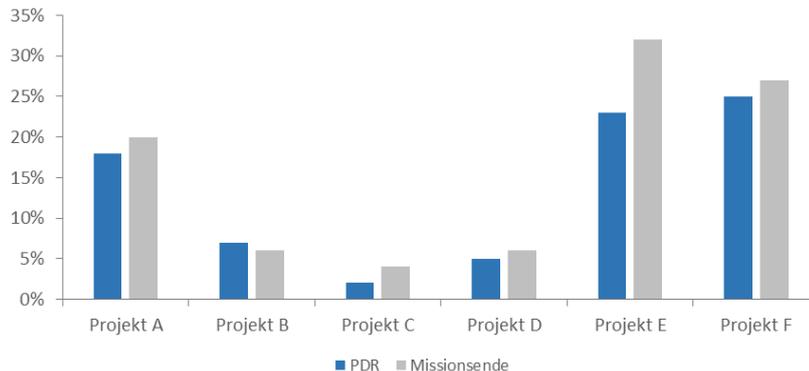
Nach der klassischen Herangehensweise unterteilt sich ein Raumfahrtprojekt in mehrere Phasen, beginnend mit den ersten Studien, der Definition und dem Entwurf bis hin zum eigentlichen Einsatz.

**Tabelle 2: Das Phasenmodell der European Cooperation for Space Standardization (ECSS)**

Phase	Name (deutsch)	Name (englisch)	TRL
<b>0</b>	Vorbereitung	Mission Analysis	1-2
⇒ <i>Mission Definition Review (MDR)</i>			
<b>A</b>	Konzeption	Feasibility	2-3
⇒ <i>Preliminary Requirement Review (PRR)</i>			
<b>B</b>	Definition	Preliminary Definition	4-5
⇒ <i>Preliminary Design Review (PDR)</i>			
<b>C/D</b>	Entwurf	Preliminary Design	6-8
	⇒ <i>Critical Design Review (CDR)</i>		
	Entwicklung und Lieferung	Final Design	
⇒ <i>Acceptance Review (AR)</i>			
<b>E</b>	Einsatz	Utilisation	
⇒ <i>End of Life Review (EOLR)</i>			
<b>F</b>	Entsorgung	Disposal	

Geostationäre Kommunikationssatelliten können heute bis zu 20 Jahre lang im Einsatz sein. Diese lange Lebensdauer führt zu einem signifikanten Anstieg der Betriebskosten, in Phase E. Setzt man diese Kosten in Relation zu den Gesamtkosten der Mission, so ergeben sich Kostenanteile von bis über 30%. Dass dieser hohe Anteil intrinsisch und nicht etwa durch schlechte Planung zu erklären ist, wird durch die Untersuchung von sechs Raumfahrtprojekten in der folgenden Abbildung 13 bestätigt. So unterscheiden sich die Phase-E-Kostenanteile für die sechs Missionen zwar untereinander, doch für das jeweilige Projekt sind sie während der Projektlaufzeit annähernd gleich, wie aus der

vergleichbaren Größe des blauen und orangenen Balkens hervorgeht. Der blaue Balken repräsentiert dabei eine Kostenabschätzung zu einem sehr frühen Zeitpunkt in der Projektplanung – der Preliminary Design Review (PDR), siehe Tabelle 2 – während der graue Balken die tatsächlichen Kosten, so wie sie sich zum Missionsende dargestellt haben, repräsentiert. Da die beiden Balken bei allen sechs Missionen annähernd gleich groß sind folgt, dass die Höhe der Phase-E-Kosten (= Betriebskosten) nicht auf eine schlechte Planung zurückzuführen, sondern charakteristisch für die jeweilige Mission ist.



**Abbildung 13: Untersuchung zum Kostenanteil der Phase E (Quelle: Aerospace Corp., 2014)**

Im Falle von NewSpace kann der Anteil der Betriebskosten noch höher ausfallen, da die Kosten der frühen Projektphasen aufgrund der Verwendung von Standardprodukten (Commercial of the Shelf, COTS) und durch Skalen- und Serienfertigungseffekte deutlich geringer als bei klassischen Satelliten sein können. Für die Reduktion der Phase-E-Kosten ist die Verwendung weitgehend autonomer Systeme entscheidend. Telekommunikationssatelliten der neuesten Generation können auf diese Weise für bis zu eine Woche ‚sich selbst‘ überlassen werden. Durch den Einsatz von Algorithmen der schwachen Künstlichen Intelligenz (KI) wird der Automatisierungsgrad in Zukunft voraussichtlich noch deutlich höher werden.

*„Künstliche Intelligenz wird das All erobern“<sup>6</sup>*

Mittelfristig werden Erkenntnisse aus der Künstlichen Intelligenz, Mechatronik, Augmented und Virtual Reality auch für **robotische Aktivitäten im Weltall** eingesetzt werden, wo aufgrund langer Latenzzeiten eine Real-Time-Steuerung nicht möglich ist.

*„Der Weltraum ist nicht für Menschen gemacht, sondern für entsprechend konstruierte Roboter, die sich dort wohlfühlen. Der Asteroidengürtel ist voller Material für*

*Milliarden selbst replizierender Roboterfabriken.“*

*(Jürgen Schmidhuber, Zukunftsforscher)*

**Technologietransfer aus der Raumfahrt für autonome Mobilität:** Autonome Systeme und Robotik-Anwendungen liefern ständig neue Fähigkeiten, die für Vernetzung, Steuerung und Kontrolle unbemannter Aktivitäten jeder Art geeignet sind. Sie werden eine Quelle für disruptive Anwendungen und damit einhergehende neue Wachstumsfelder sein.

- **Drohnen:** Steuerung von Unmanned Aerial Vehicles (UAV) bzw. Remotely Piloted Aerial Systems (RPAS). Der Markt für kommerzielle Anwendungen von UAVs in 2015 wurde mit 1,7 Mrd. USD bemessen, wobei fortschrittliche Sensorik das Herzstück dieses Wachstumsmarkts ist. Navigationssysteme mit Authentifizierungsmerkmalen werden dazu beitragen können, daß der Regulierungsrahmen für Drohnenflüge im Einklang mit der Flugsicherheit und zivilen Sicherheit effizient überwacht werden kann.
- **Assistiertes bzw. autonomes Fahren:** Erste autonome Fahrzeuge im Straßenverkehr werden für 2020 erwartet. Mit der Übernahme des Kartenweltmarktführers HERE haben deutsche Automobilhersteller strategische Fähigkeiten im Hinblick auf den sich abzeichnenden Standardisierungswettbewerb gegen die US-Unternehmen Uber und Tesla erworben. Luft- und Raumfahrterkenntnisse wie Algorithmen, Sensorik, hochgenaue Navigation und bewährte Prozeduren zur Kollisionsvermeidung werden eine große Rolle spielen.
- **Robotik für Industrie und Haushalte:** Robotik-Anwendungen bilden ein wesentliches Element des sogenannten "Industrial Internet". Der Technologietransfer aus der Luft- und Raumfahrt wird für eine Vielzahl neuer Anwendungen sorgen.

Die Innovationsführer aus dem Silicon Valley (Google/Alphabet, Amazon, etc.) experimentieren mit UAVs, Robotern, autonomen Fahrzeugen und Künstlicher Intelligenz; sie investieren massiv in Unternehmen aus diesen Bereichen. Neben NewSpace werden sie voraussichtlich auch diese „FrontierTech“ Bereiche anführen.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass alle bisher aufgezeigten Anwendungsbereiche auch Lösungen aus dem Feld der **Geo-Location/-Positioning**, kurzum: Navigationsanwendungen, benötigen. Autonome Systeme werden ohne entsprechende Positionierungssignale genauso wenig funktionieren wie alle geo-referenzierten Erdbeobachtungsdaten ohne sie keine Bedeutung haben. Nicht zu

vergessen sind alle Anwendungen, die Privatpersonen, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen Dienstleistungen erbringen, die ortsbezogen sind. Jedoch wird das raumgestützte Segment aufgrund des staatlichen Engagements bei der Errichtung und dem Betrieb von Navigationssystemen auf absehbare Zeit eher nicht durch kommerzielle Betreiber komplementiert werden. Die Marktchancen liegen in diesem Feld eher im „Downstream“-Geschäft.

Weitere hier nicht näher betrachtete Markttreiber sind Ansätze im Bereich Rohstoffgewinnung und Energieerzeugung im Weltraum oder private Raumstationen. Diese Anwendungsfelder sind noch eher visionär, auch wenn bereits eine Reihe von Unternehmen entsprechende Geschäftsmodelle haben. Eine unmittelbare Kommerzialisierung ist hier nicht abzusehen. Dennoch gehören diese Themen auf die „Beobachtungsliste“.

Bergbau auf Asteroiden

**Luxemburg will Rohstoffe im Weltraum gewinnen**

Von Ralf Nestler

**Das Land fördert Forscher und Firmen, um die nötigen Technologien zu entwickeln. Fragt sich nur, wem die Bodenschätze am Ende gehören.**

**Luxemburg steigt in den Weltraum-Bergbau ein**

Luxemburg will Europas Drehkreuz für den Weltraum-Bergbau werden. Luxemburg? Tatsächlich wirkt der Kleinstaat entschlossen: Er will die Jagd nach Gold und Seltenen Erden nicht Amerika überlassen.

**Luxembourg to Back Commercial Asteroid-Mining Ventures**

Months after Obama signed space-exploitation law, Luxembourg seeks to follow

**Ressources minières des astéroïdes: la chasse est ouverte**

**Luxembourg wants to mine asteroids for minerals with the help of Google's Larry Page**

**Luxembourg to invest in space-based asteroid mining**

**Tiny nation, big ambitions: Luxembourg wants to be the NASA of asteroid mining**

**Luxembourg launches plan to mine asteroids for minerals**

Asteroid mining project

**Luxembourg hits on goldmine, in space**

**Luxembourg Set to Become Asteroid Mining Power**

**Tiny Luxembourg Looks to Make a Big Splash in Asteroid Mining**

**Le Luxembourg veut se lancer dans le forage spatial**

**Space mining: 13,500 asteroids dug up by...Luxembourg**

THE firing pistol was started today in the race to mine 13,500 asteroids in space and who's in pole position? Tiny Luxembourg.

**Luxembourg gets in the asteroid-mining game: Is this the new space race?**

Luxembourg announced plans to launch a space mining industry, quite a mighty feat for the small European country.

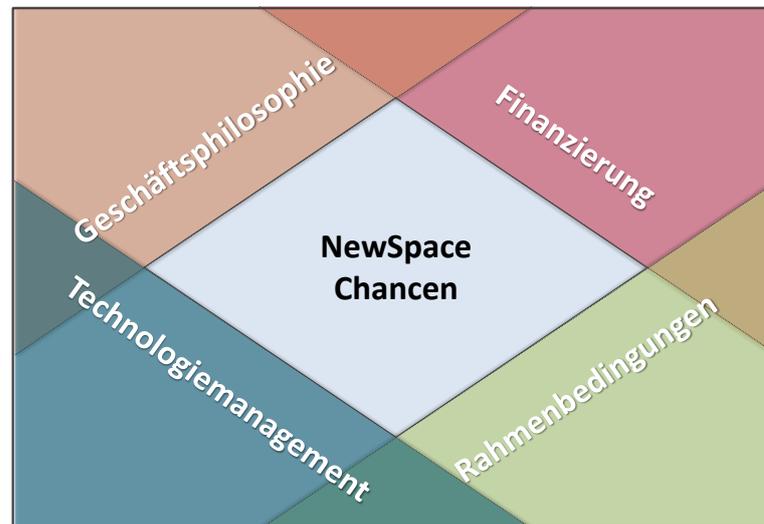
**Is Luxembourg poised to dominate the asteroid mining industry?**

**Luxembourg aims to be big player in possible asteroid mining**

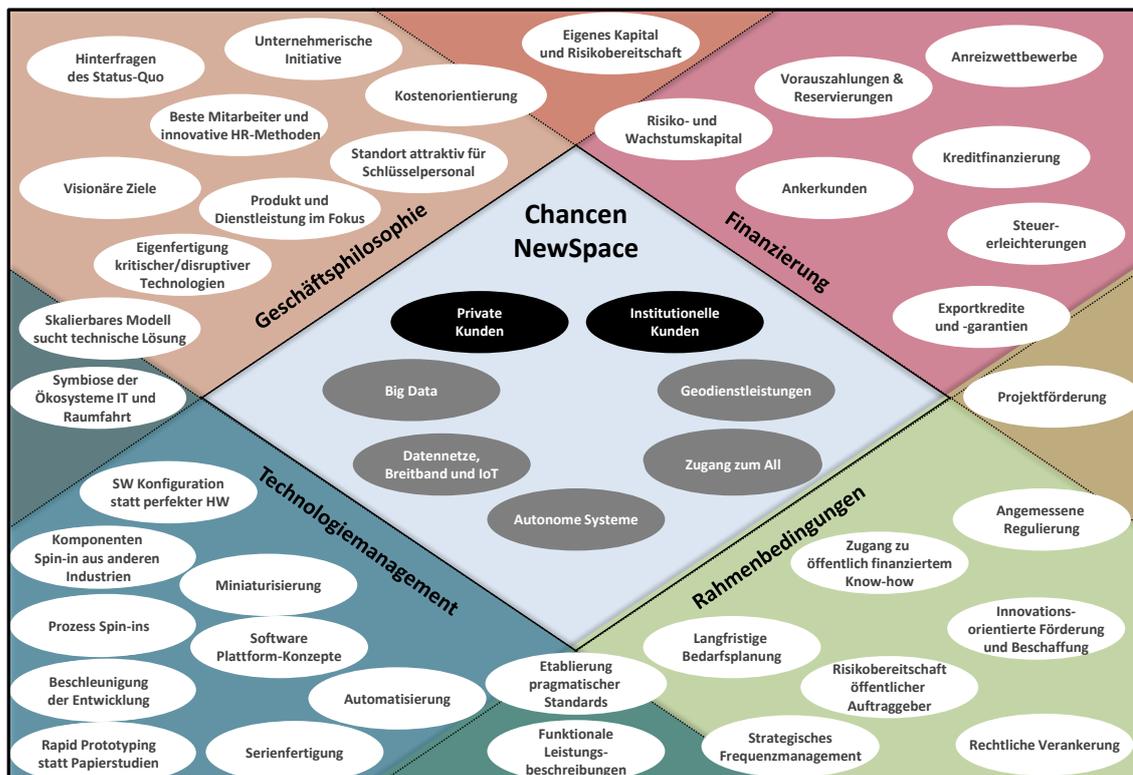
**Luxembourg's asteroid mining bid is Europe's first**

**Il Lussemburgo lancia una missione per estrarre minerali nello spazio**

### 3. DIMENSIONEN DER ERFOLGSFAKTOREN FÜR NEWSPACE



Die Nutzung der Chancen ist abhängig von der Erfüllung von Erfolgsfaktoren, die auf vier sich überlappende Dimensionen entfallen. Im Folgenden wird diese Logik verwendet um die verschiedenen Aspekte der Studie zu beleuchten: Internationale Bestandaufnahme (Kapitel 3); Einschätzung der Situation in Deutschland (Kapitel 4) und Handlungsempfehlungen (Kapitel 6). Insgesamt wurden 37 Erfolgsfaktoren identifiziert.



## 3.1 Geschäftsphilosophie



### Unternehmerische Initiative

Kennzeichnend für NewSpace Firmen ist die unternehmerische Initiative, Technologien und Dienste anzubieten, welche besser, schneller, günstiger oder sogar alles zugleich sind. Dabei warten die Unternehmer nicht erst auf Ausschreibungen der öffentlichen Hand, sondern erschließen Marktpotentiale – auch im institutionellen Bereich – selbstständig durch entsprechende Eigenentwicklungen. Durch ihre Finanzkraft sind besonders die aus der IT-Branche kommenden Unternehmerpersönlichkeiten imstande, große Mittel zu mobilisieren. Viele NewSpace Unternehmer haben zuvor schon andere Branchen erfolgreich aufgemischt, und inspirieren neue „Serial Entrepreneurs“ und solche die es werden wollen. Die sogenannten Raumfahrt-Milliardäre Elon Musk (Zip2, PayPal, SolarCity, Tesla), Richard Branson (diverse Virgin Firmen), Jeff Bezos (Amazon) und Larry Page (Google) sind bekannt dafür, Entscheidungen sehr schnell zu treffen und, wenn nötig, ein bestehendes Geschäftsmodell umgehend anzupassen. Ihre ambitionierten, aber zunehmend erfolgreichen NewSpace Unternehmen SpaceX, Virgin Galactic, BlueOrigin und Skybox inspirieren andere Unternehmer – auch außerhalb der USA. So bringt sich der russische Serienunternehmer Mikhail Kokorich (Yuterra Einrichtungshäuser, Technosila Elektronikhandel, Baumaterialhersteller Ilim Timber) bei Aquila Space (US) und Dauria Aerospace (RU) ein. Der Österreicher Peter Platzer hat nach Stationen in der Unternehmensberatung und im Investmentbanking die Raumfahrt als Unternehmerspielwiese für sich entdeckt und in den USA die Firma Spire gegründet.

## Produkt und Dienstleistung im Fokus

Erfolgreiche Unternehmer haben eine besondere Antenne dafür, wie man die Regeln in einem Geschäft neu definieren kann. Im Vordergrund steht ein neuartiges, in der Art noch nicht dagewesenes Produkt- oder Dienstleistungsversprechen für einen klar umrissenen Markt. Raumfahrttechnologie ist dabei nur ein Mittel zum Zweck:

- SpaceX – *Dienstleister für Raumtransporte, der (zum Teil) wiederverwendbare Raketen entwickelt*
- SpaceFlight – *Kostengünstiger und häufiger Raumfahrtendienstleister mit "Sharing Economy" Ansatz*
- UrTheCast – *Das erste Ultra-HD-Video der Erde in Farbe von der ISS und in der Zukunft zeitgleich Radar und optische Bilder*
- Planet Labs – *jeden Tag ein Bild des gesamten Planeten mit 150 Nanosatelliten*
- TerraBella – *3x täglich hochauflösende Bilder der Welt mit 24 Mikrosatelliten*
- Spire – *Wir sammeln Daten dort, wo es kein anderer kann*

Der CTO Spire, Russel Muzzolini, erklärt die auch für NewSpace gültige Silicon Valley Erfolgsformel: „*Fokussierung auf Kundenbedürfnisse, auf einer Technologiewelle surfen und das beste Team drumherum aufbauen.*“<sup>7</sup>

## Anstreben visionärer Ziele

Im Ökosystem Silicon-Valley gehört „Think Big“ zum guten Ton. Geschäftsmodelle müssen eine große Relevanz haben und einen signifikanten, idealerweise globalen Markt zu adressieren. Es werden Dienstleistungen versprochen, die helfen, die großen Probleme der Menschheit zu lösen. Die oftmals internet- und plattformgetriebenen Geschäftsmodelle versprechen Skalierbarkeit (und damit Wertsteigerungs- und Renditemöglichkeiten) in verständlicher (Investoren-) Sprache.

Selbstredend gehen dabei die Ambitionen bisweilen über diesen Planeten hinaus. Während der Rest der Welt es als reine Zukunftsmusik ansehen mag, wird in den USA bereits laut über den Abbau von Ressourcen auf dem Mond und auf Asteroiden nachgedacht. Mehrere Unternehmen entwickeln Konzepte für den Ressourcenabbau und konnten Investoren für sich gewinnen. Sogar der Staat lässt sich in den Bann ziehen - mit dem Commercial Space Launch Competitiveness Act wurde 2015 erstmalig eine gesetzliche Grundlage für den Ressourcenabbau im All geschaffen.

Die Bereitschaft zum „Think Big“ und der in der amerikanischen Kultur verankerte Optimismus entfacht gleichermaßen eine Euphorie bei Unternehmern und Investoren.<sup>8</sup>:

Partnerships & Use Cases	Broader Trends
Startups Mine Market-Moving Data From Fields, Parking Lots Even Shadows <small>Firms Seek Insights on Business Outlook for Investors Seeking an Edge</small>	<b>Members of Congress raise questions about SpaceX investigation in wake of explosion</b>
Forest protection is about to get a major boost from satellites and AI	What SpaceX's launch failure means for the private space industry
<b>Big Data Is Stopping Maritime Pirates ... From Space</b>	<b>Cutting the costs of a human return to the Moon</b>
<i>Spire plans to use tiny satellites for more accurate weather forecasts</i>	Earth's Orbit Is A Junkyard, But There Is A Clean-Up Plan
<b>How much oil is Iran storing? Windward is watching</b>	<b>The Potential \$100 Trillion Market For Space Mining</b>

Unternehmer die Ambitioniertes umsetzen, werden in den USA bewundert. Durch Rückschläge lassen sich weder Unternehmer, noch Investoren oder gar die Öffentlichkeit schockieren. Stattdessen wird proaktiv kommuniziert, was man aus dem Scheitern gelernt hat.

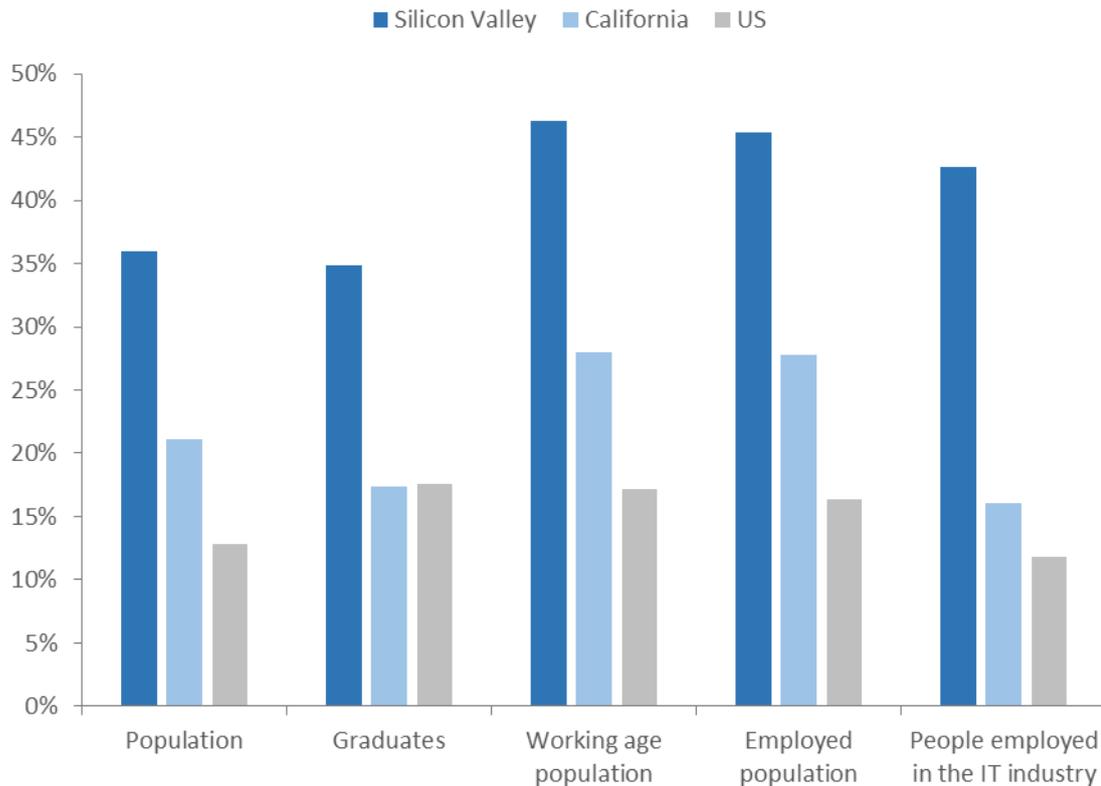
NewSpace Geschäftsmodelle wecken bei Angestellten das Gefühl, bei etwas Neuem und Großen dabei zu sein. Sie schaffen dadurch ein attraktives Betätigungsfeld.

### Standort attraktiv für Schlüsselpersonal

Unternehmen im NewSpace haben verinnerlicht, dass der Standort entscheidend ist, um Zugang zu hochqualifiziertem Personal zu bekommen. Folglich lässt sich eine Anhäufung an Standorten beobachten, welche gekennzeichnet sind durch bereits vorhandene Unternehmen aus anderen Hochtechnologiebranchen und eine erstklassige Vernetzung zur lokalen und regionalen Forschungs- und Hochschullandschaft. Mit mehr als 17 Universitäten, 4 großen nationalen Forschungseinrichtungen und zahllosen Unternehmen aus der IT-Branche bietet das Silicon Valley die besten Voraussetzungen und gilt als Paradebeispiel. Mehrere NewSpace Unternehmen haben hier oder in unmittelbarer Nähe ihren Sitz. Das Silicon Valley und der Großraum San Francisco ziehen Experten und Absolventen aus der ganzen Welt an.

## Importing Talent

Share of foreign people born in...



**Abbildung 14: Einzigartige Personalsituation im Silicon Valley (Quelle: US Census Bureau 2009-2013)**

Die vorhandene Attraktivität wird noch dadurch gesteigert, dass die High-Tech Cluster mit Beschäftigungsmöglichkeiten für die Lebenspartner der Schlüsselkräfte aufwarten und allgemein eine hohe Lebensqualität bieten. Die NewSpace Standorte der USA sind allerdings nicht auf das Silicon Valley beschränkt. Weitere Cluster sind in Los Angeles (SpaceX), Seattle (Blue Origin, Vulcan Aerospace, Andrews Space, Planetary Resources, Aerojet Rocketdyne) und New Mexico (Virgin Galactic) entstanden. Wir sehen erste Anzeichen auch in Außenposten im Mittleren Westen, wo Raumfahrtfirmen eher lokal verankerte Ingenieure einstellen. „*Location, location, location is important to find good people. Hardest to find are software people*“ (Phil Brzytwa, der Business Development Direktor bei SpaceFlight in Seattle).

## Beste Mitarbeiter und innovatives Personalmanagement

Kaum einer der NewSpace Unternehmer verfügt über eine raumfahrtspezifische Ausbildung. Der Technologiechef von Spire hat in Informatik promoviert und beschreibt das ideale Personalprofil so: *“Team members must be passionate about solving problems, be smarter than me and work well as a team”*. NewSpace Unternehmer versuchen, entsprechende Experten und Absolventen in ihren Bann zu ziehen. Dabei konkurrieren NewSpace Firmen nicht nur untereinander, sondern auch mit Unternehmen aus anderen Branchen. Spire-Gründer Peter Platzler<sup>9</sup> hat verraten, wie man Ingenieure und IT-Experten für NewSpace gewinnen kann:

*“At Google, your code is going to run somewhere in the back of a data center.*

*Work for us and your code is going to run in space.”*

„High-Potentials“ werden frühzeitig an der Universität umworben. Elon Musk ist sich nicht zu schade, selbst Forscher in ihren Labors anzurufen und ihnen das Gefühl zu geben, etwas Besonderes zu sein. Wie eine aktuelle Personalbefragung unter Technologiefirmen (darunter Apple, Microsoft, Cisco, Amazon, Google)<sup>10</sup> zeigt, kompensiert das Gefühl, die Welt zu verändern den hohen Stressfaktor bei SpaceX, der nur noch von der Musk-Firma Tesla übertroffen wird. Elon Musk feiert diese Zahlen in sozialen Medien. Sein Freund und Investor Jurvetson sieht darin das Erfolgsgeheimnis.

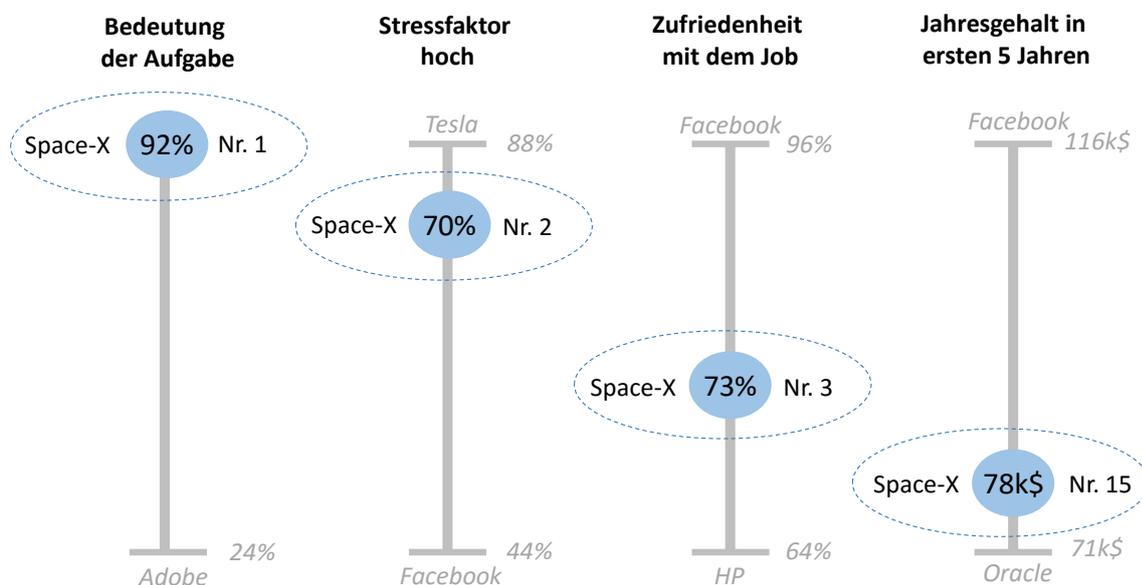


Abbildung 15: Personalumfrage bei 18 Technologiefirmen (Quelle: PayScale 2016, N=33500)

Geeignete Kandidaten werden als leidenschaftlich, motiviert, teamfähig, technisch versiert und praktisch begabt umschrieben. Ein unbändiger Leistungswillen und eine ideelle Bindung an das Unternehmen werden vorausgesetzt. Im Gegenzug bieten die

Unternehmen Gehälter auf dem Niveau etablierter Technologiekonzerne, sowie zusätzliche Anreize wie Firmenbeteiligungen, kostenlose umfassende Krankenversicherung, oder maximal variable Arbeitszeitmodelle. Letztere ermöglichen es allerdings auch, vollen Zugriff auf die Mitarbeiter zu haben. NewSpace kennt keinen 8-Stunden-Tag, keine 35 Stunden-Woche oder Werksschutz-Sperrstunde.

In der Technologieszene gelten die Leitlinien und Prinzipien von Netflix als beispielhaft und dienen vielen als Bibel für Personalmanagement<sup>11</sup>:



Eine Führungskraft sollte sich demnach ständig fragen:

*„Für welchen potentiell abtrünnigen Mitarbeiter würde ich kämpfen, um ihn zu halten“.*

So sind die Führungsriege ständig bemüht, die Latte hoch zu hängen und durch systematische Auslese der besten Mitarbeiter ein Nationalmannschaftsgefühl („ich hab’s geschafft“, „ich will es schaffen“) zu vermitteln. Allerdings ist die nun auf den Arbeitsmarkt drängende „Generation Y“ (auch „Millennials“ genannt) dabei von anderen Werten getrieben als vorherige Generationen.

*„You have to give them something different than a paycheck.  
You have to give them something that revolves around  
**mastery, autonomy and inspiration** — the three pillars for millennials.“  
(Peter Platzer)*

Diese Erwartungshaltung verschärft den Wettbewerb um das beste Personal.

## Kostenorientierung

Die traditionelle Raumfahrt ist auf hohe technische Perfektion und Zuverlässigkeit getrimmt – dies geht mit entsprechenden Kosten einher. Disruptive Geschäftsmodelle verlangen signifikante Einsparungen. Daher steht Technologieexzellenz meist hintenan. Es werden vielmehr systematisch Lösungen gesucht, die Kostenvorteile bringen, sei es durch Standardkomponenten, integrierte Fertigung oder das Ignorieren von etablierten Standards. Man verzichtet bisweilen auf teure Raumfahrtversicherungen und plant lieber gleich Ersatzsatelliten.

Natürlich wird auch an der Infrastruktur gespart. Ein Paradebeispiel ist Aquila Space, eine Garagenfirma im wahrsten Sinne des Wortes: In unmittelbarer Nachbarschaft des NASA Ames Research Centre arbeitet das Team in der Reparaturwerkstatt eines vormaligen Marineflughafens. Dort werden kleine Serien von Erdbeobachtungssatelliten im Format 30x20x10cm entwickelt, hergestellt und im Zelt-Reinraum getestet, alles pragmatisch im Großraum unter einem Dach.

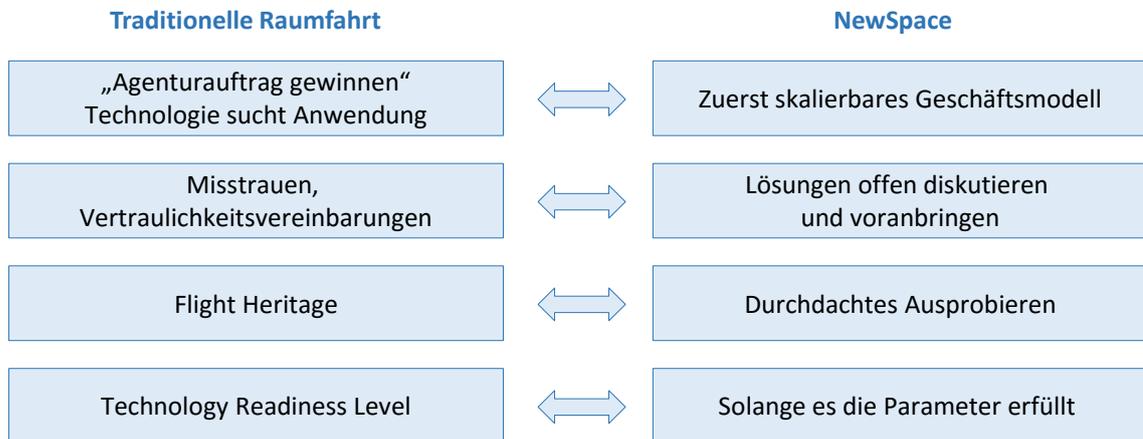


Abbildung 16: Aquila Space, eine NewSpace Garagenfirma in der Nähe des NASA Ames Center

Bei der Konstellationsfirma OneWeb wird größer gedacht: *“Wir machen aus einem Handwerk eine Massenproduktion mit der Produktionsmentalität der Autoindustrie.”* (Matt O’Connell, CEO OneWeb). Mit diesen neuen Ansätzen will Airbus herkömmliche Raumfahrt günstiger machen: *“Wir wollen das Projekt nutzen um Erfahrung zu sammeln und Kosten in allen Satellitenplattformen senken.”* (Hughes de Galzain, Airbus-Vertriebschef für Raumfahrtsysteme).<sup>12</sup>

## Hinterfragen des Status-Quo

Die traditionelle Raumfahrt ist in weiten Teilen kulturell geprägt vom Streben nach öffentlichen Aufträgen und der anschließenden und bisweilen verzweifelten Suche nach Anwendungen. NewSpace hinterfragt Etabliertes in vielerlei Hinsicht. Die Grafik unten versucht, die unterschiedliche Geschäftsphilosophie plakativ zu kontrastieren:

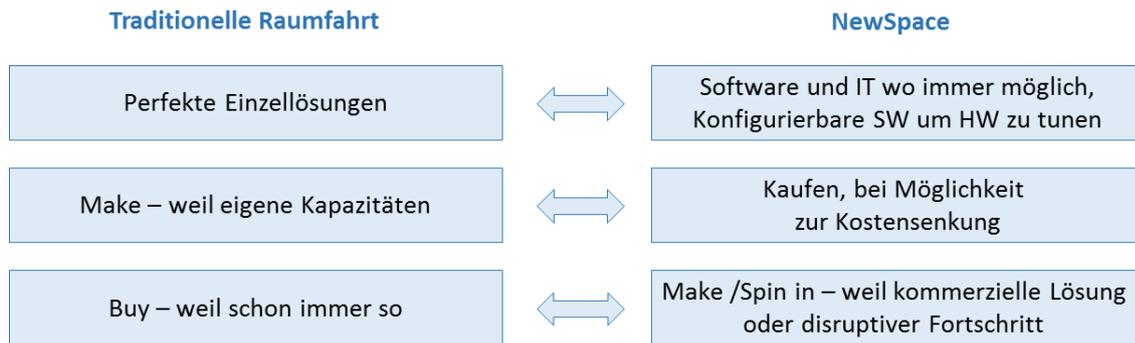


Bei NewSpace wird zuerst über ein skalierbares Geschäft nachgedacht, die Technologie ist dann nur ein Mittel zum Zweck. Gleichzeitig herrscht eine gewisse Offenheit im Ökosystem; Lösungen und Ideen werden offen diskutiert, mit dem Ziel, das Thema weiterzubringen.

In der traditionellen Raumfahrt mit ihren teuren Einmalmissionen muss sorgsam gehaushaltet werden – der „Rohstoff Satellitenstart“ war bislang sehr kostbar. Generationen von Raumfahrtingenieuren wurden von daher auf „Technology Readiness Level“ und „Flight Heritage“ getrimmt. Kleinsatelliten und günstigerer Zugang zum All mit neuen Trägern erlauben viel kreativere Ansätze.

## Eigenfertigung kritischer / disruptiver Technologien

Fortschritte in der Informationstechnologie (Siehe Kapitel 3.3) erlauben die Abkehr von perfekten Hardware-Einzellösungen und eine Feinkonfiguration mittels Software. Ein Paradebeispiel ist die Entwicklung der Falcon 9 von SpaceX. Anstatt auf eine kostspielige Anpassung der einzelnen Treibwerke – was mit einer Vielzahl an Fertigungsproblemen und den dementsprechenden Testreihen einhergegangen wäre – setzte SpaceX auf konsequente Softwaresteuerung und konnte auf diese Weise die Hardware-Unterschiede zwischen den Triebwerken ausgleichen.



„Make or Buy“ ist strategisch gesehen keine Einbahnstraße. Grundsätzlich versucht man im NewSpace zwar, durch den Zukauf von Standardkomponenten die Kosten zu senken. Wenn man sich aber einen Wettbewerbsvorteil erhofft, wird eine eigene Fertigung aufgebaut. Ein Interviewpartner berichtete: Weil eine allseits bewunderte Satellitenkomponente in deutscher Premium-Qualität schlichtweg zu teuer war, hat ein NewSpace Unternehmen eine - qualitativ nicht vergleichbare - Variante per 3D-Druck selbst erstellt. Durch die Einsparung und den signifikanten Gewichtsvorteil konnte man es sich aber leisten, die gewünschte Funktionalität durch Redundanz zu sichern - und war trotzdem um ein Vielfaches günstiger.

### Symbiose der Ökosysteme von IT und Raumfahrt

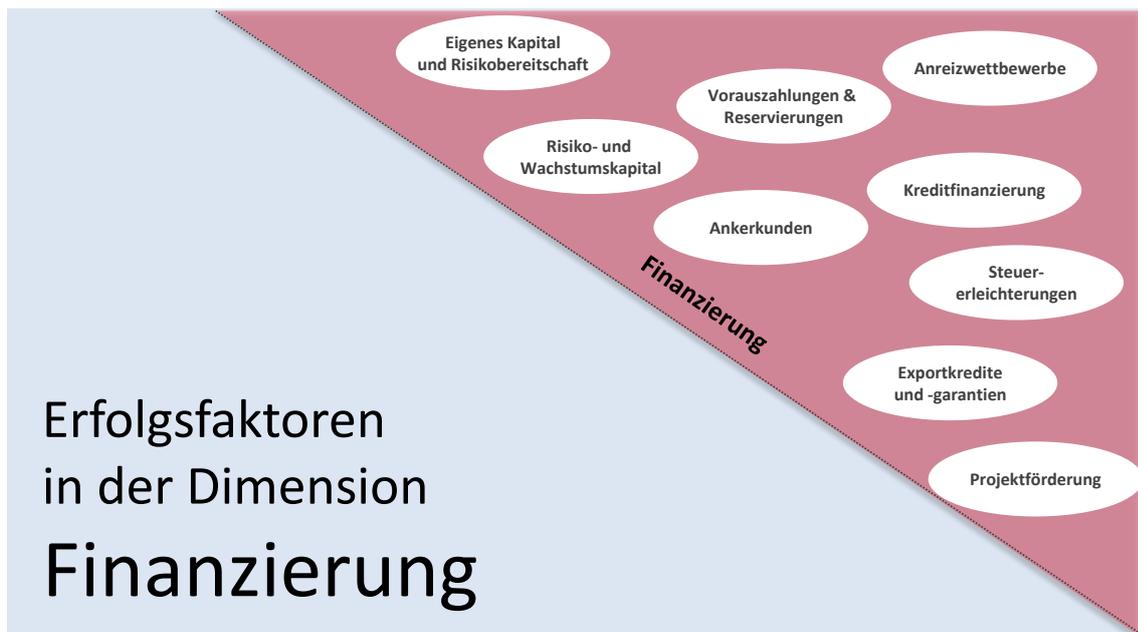
Die Wichtigkeit der Informationstechnologie in der Raumfahrt steigt beständig. Vor 50 Jahren war die Raumfahrt Wegbereiter der IT-Industrie. Heute ist es die Informationstechnologie, die den Takt in der Raumfahrt angibt.

Im NewSpace ist die „Digitalisierung in den Köpfen“, d.h. die Bereitschaft, mit IT-Technologiemanagement zu denken und unternehmerisch zu agieren, weit fortgeschritten. Viele NewSpace-Geschäftsmodelle orientieren sich an den Plattform-Geschäftsmodellen der IT-Industrie oder sehen sich als deren Zulieferer. Statt Raumfahrtingenieure werden IT-Experten eingestellt.

### Kernaussagen in der Dimension **Geschäftsphilosophie**

- NewSpace-Unternehmer sind von bedingungsloser Anwendungs-, Markt- und Kostenorientierung getrieben.
- Bei „Think-Big“ skalierbaren Geschäftsmodellen ist Raumfahrttechnik oft nicht mehr als nur ein Mittel zum Zweck.
- Unternehmerische Ansätze aus der IT Branche ermöglichen eine in der Raumfahrt bislang nicht dagewesene Schlagzahl für dynamische Unternehmensentwicklungen
- Der Status quo wird immer wieder systematisch in Frage gestellt, ‚make or buy‘, ‚in- or outsourcing‘ wird rein pragmatisch entschieden.
- Das Silicon Valley verfügt über einen einzigartigen Personalpool mit hoher Anziehungskraft für Talente aus der ganzen Welt.
- Erfolgreiche NewSpace-Firmen gewinnen und halten die besten Mitarbeiter, indem sie ihnen das Gefühl vermitteln etwas Besonderes zu sein und zusätzlich Gehaltspakete schnüren, welche deren Loyalität belohnen.

## 3.2 Finanzierung



Die Finanzierung der NewSpace Unternehmen geschieht auf unterschiedliche Arten. Neben privatem Kapital spielen auch die klassischen staatlichen Instrumente (Kredite, Fördermittel, Subventionen, Steuererleichterungen) eine große Rolle.

### Eigenes Kapital und Risikobereitschaft

Kennzeichnend für NewSpace - v.a. in den USA - ist das Auftreten von erfolgreichen Serial Entrepreneurs mit viel Eigenkapital: SpaceX (Elon Musk), Blue Origin (Jeff Bezos), The Spaceship Company (Richard Branson) und Vulcan Aerospace (Paul Allen). Die Risikobereitschaft und die Überzeugung, mit der diese Unternehmer ihre Unternehmen aufstellen und leiten, weckt Interesse bei Risikokapitalgebern.

Dabei spielt auch die physische Nähe eine nicht zu unterschätzende Rolle. Viele kennen sich aus früheren Geschäften oder sind sogar mit Investoren persönlich befreundet. Das Engagement anerkannter VC-Gesellschaften lässt auch staatliche Stellen aufhorchen. So mancher staatlicher Auftrag, wenn nicht gar die Existenz eines Unternehmens, wurde so überhaupt ermöglicht.

## Risiko-und Wachstumskapital

Verschiedenste Eigenkapital-Investitionsformen werden in unterschiedlichen Phasen und auch in der Raumfahrt eingesetzt.

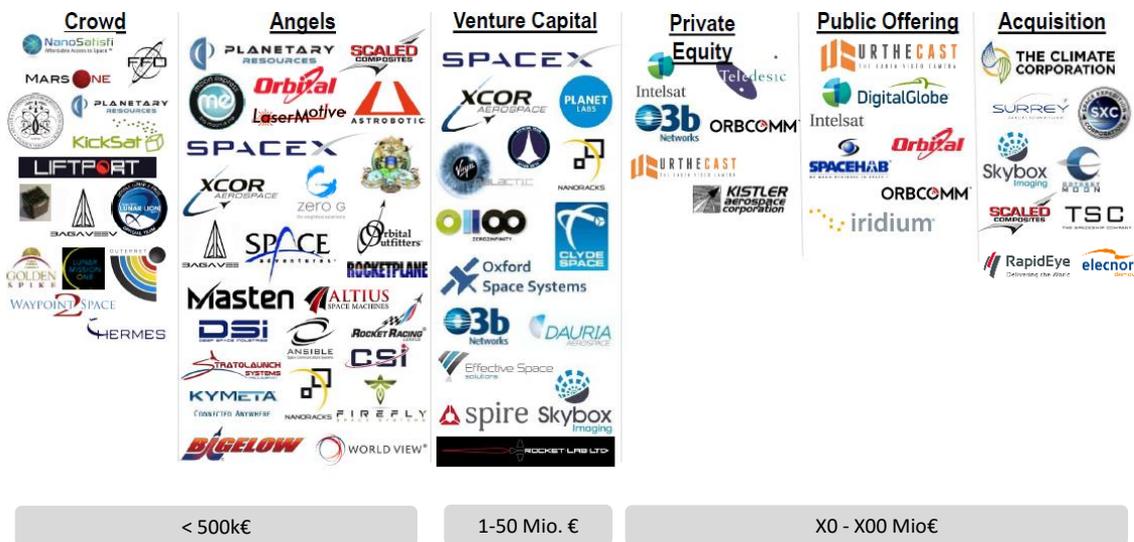
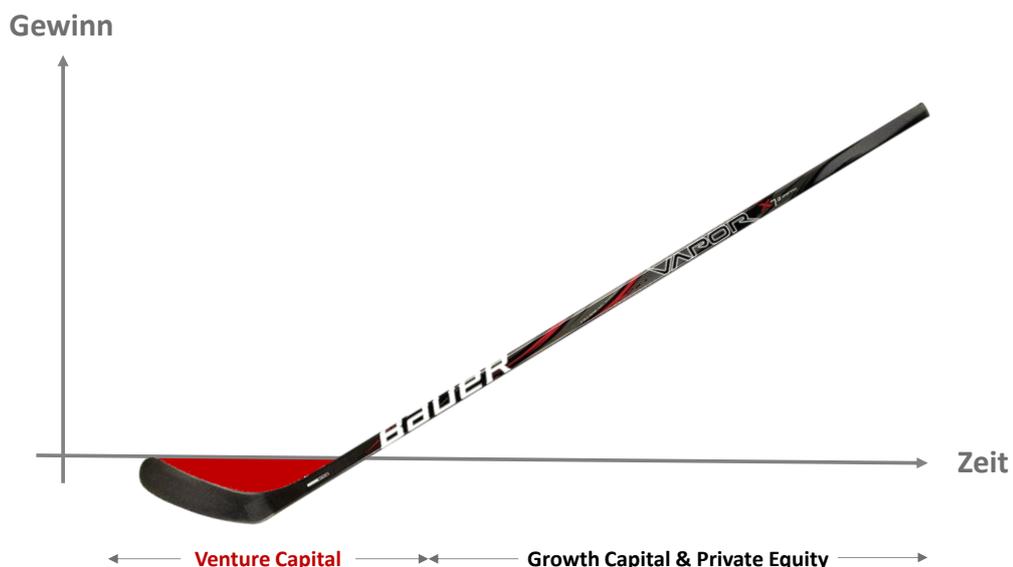


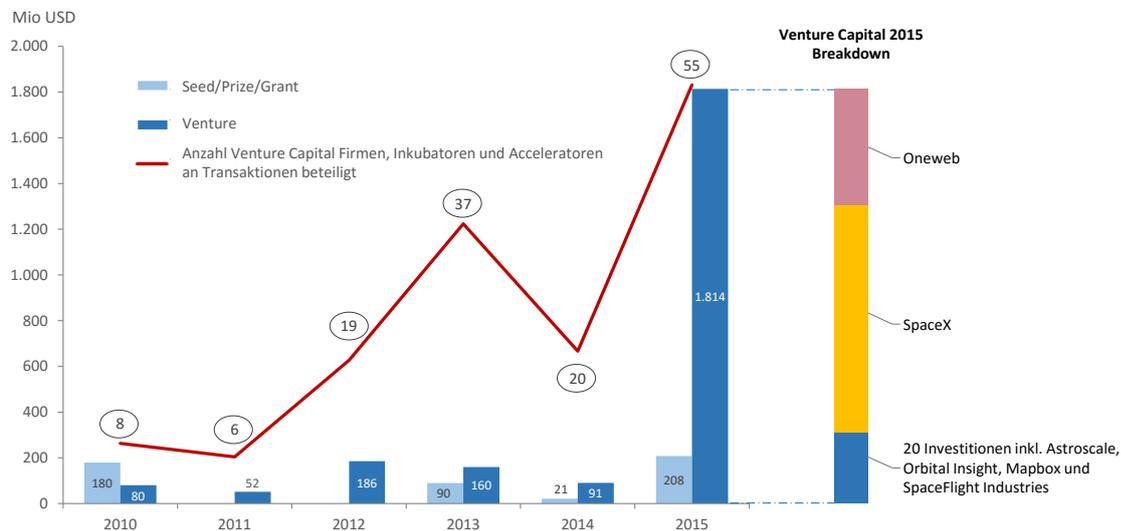
Abbildung 17: Eigenkapital Investitionsformen (Quelle: Satellite Applications Catapult, SpaceTec)<sup>13</sup>

Der Fokus liegt in dieser Betrachtung auf der **kritischen Venture Capital Phase**. Venture Capital finanziert ein Technologieunternehmen in der anfänglichen Verlustzone in der Hoffnung auf exorbitante Erträge in der Zukunft erreicht meist durch die Skalierbarkeit des Geschäftsmodells, wie es bisweilen mit der Analogie des Hockey-Sticks erklärt.



Seit 2010 wurden mehr als 2-3 Mrd. USD in Firmen und Projekte wie SpaceX, SkyBox, Spire, Planet Labs, oder OneWeb investiert. Die US-Beratungsfirma Tauri-Group hat in ihrer Studie für die NASA<sup>14</sup> festgestellt, dass allein **im Jahr 2015 1,8 Mrd. USD. Venture**

**Capital in 22 Space Start-ups investiert** wurde. Die größten Transaktionen waren die 1 BN USD Runde für SpaceX und 500 Mio. USD für OneWeb. **49 VC Gesellschaften**, darunter einige der größten der USA, **haben in 2015 in NewSpace investiert**. In der Grafik eingerechnet sind sechs Inkubatoren und Acceleratoren. Aus Europa ist lediglich IQ Capital aus Cambridge durch sein Investment in Oxford Space Systems vertreten.



**Abbildung 18: Anzahl der Investoren in Space Startups und VC Investitionen (Quelle: Tauri Group/SpaceTec Partners Analyse)**

Die Größenordnung erschließt sich, wenn man die Zahl mit den Venture Capital Gesamt-Investitionen in Europa vergleicht. Im Jahr 2014 wurden in ganz Europa 10,6 Mrd. USD<sup>15</sup> Venture Capital investiert. Selbst wenn man SpaceX und OneWeb als mögliche Ausreißer ausblendet, entfallen auf normale Space VC-Transaktionen im Durchschnitt 15 Mio. USD - ein Vielfaches des mittleren europäischen VC-Investments (2,7 Mio. USD).

Durch das **Zusammenwirken von Internetwirtschaft und Regierungsgeschäft** entstand ein für **Venture Capital interessanter** Investitionsbereich:

*“The internet economy has filled the coffers of venture firms and even entrepreneurs like Jeff Bezos, Richard Branson and Elon Musk, who now have the resources to tackle capital-intensive programs. Meanwhile the financial crisis of 2008 compelled many governments to divest internal space programs in favor of private sector suppliers.”<sup>16</sup>*

Einige große VC-Investoren wie Bessemer Ventures und Founders Fund haben im Jahr 2015 eigene Space Practices eingerichtet und zeigen sich auf den relevanten Konferenzen. Für Bessemer Venture Capital gilt SpaceTech als die „letzte Grenze“ für Venture Capital. Einige US-VCs fallen gar durch mehrfache Raumfahrtinvestments auf:

US Venture Capital	Erfolgreiche US Unternehmer	Investoren mit Raumfahrt Fokus
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Founders Fund</li> <li>▪ Draper Associates / DFJ</li> <li>▪ Bessemer Ventures</li> <li>▪ Asset Management Ventures</li> <li>▪ CrunchFund</li> <li>▪ Canaan Partners</li> <li>▪ Norwest Venture Partners</li> <li>▪ Khosla Ventures</li> <li>▪ In-Q-Tel (US), CIA-Fund</li> <li>▪ Mithril Capital Management</li> <li>▪ ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elon Musk</li> <li>▪ Jeff Bezos</li> <li>▪ Larry Page &amp; Sergey Brin</li> <li>▪ Sir Richard Branson</li> <li>▪ Mark Zuckerberg</li> <li>▪ Ansari Family</li> <li>▪ Peter Diamandis</li> <li>▪ ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Airbus Group Venture Fund (US)</li> <li>▪ Space Angels Network (US)</li> <li>▪ GLONASS Fund (RU)</li> <li>▪ Space Techn. Inv. Fund by RVC &amp; Finematika (RU)</li> <li>▪ BDStar Capital (CN)</li> <li>▪ Runway Capital Partners (US/RU)</li> <li>▪ Seraphim Space Fund (UK)</li> <li>▪ Space Angels Network (v.a. USA)</li> <li>▪ SpaceTec Capital (EU)</li> <li>▪ ...</li> </ul>

In den letzten Jahren wurden weltweit einige Fonds gestartet, die sich auf raumfahrtnahe Themen spezialisieren.

Risikokapital ist und bleibt ein scheues Reh. Investitionskriterien sind vor allem die Qualität des Gründerteams, die Größe des angestrebten Marktes und die Skalierbarkeit des Geschäftsmodells. Für Steve Jurvetson von Draper Fisher Jurvetson liegt die **Attraktivität von Investitionen in NewSpace in dem enormen Verbesserungspotential gegenüber der klassischen Raumfahrt:**

*“Compared to other industries, I have never seen such an enormous margin for improvement. There’s this canonical thing about a startup needing to pitch a 10X improvement to be a worthwhile investment. You rarely see an entrepreneur pitch a 100X improvement. But in space we’ve seen 1,000X, and really we’ve seen 10,000X.”<sup>17</sup>*

**Je näher ein NewSpace Geschäftsmodell an der IT-Industrie liegt, desto leichter** ist es Venture Capital zu bekommen. Dasselbe gilt für andere neue Technologien. Unter dem Schlagwort „Frontier-Tech“ wird von Analysten ein neuer Investitionsbereich umschrieben, der neben Drohnen, Robotik, Augmented Reality und Virtual Reality eben auch NewSpace umfasst.

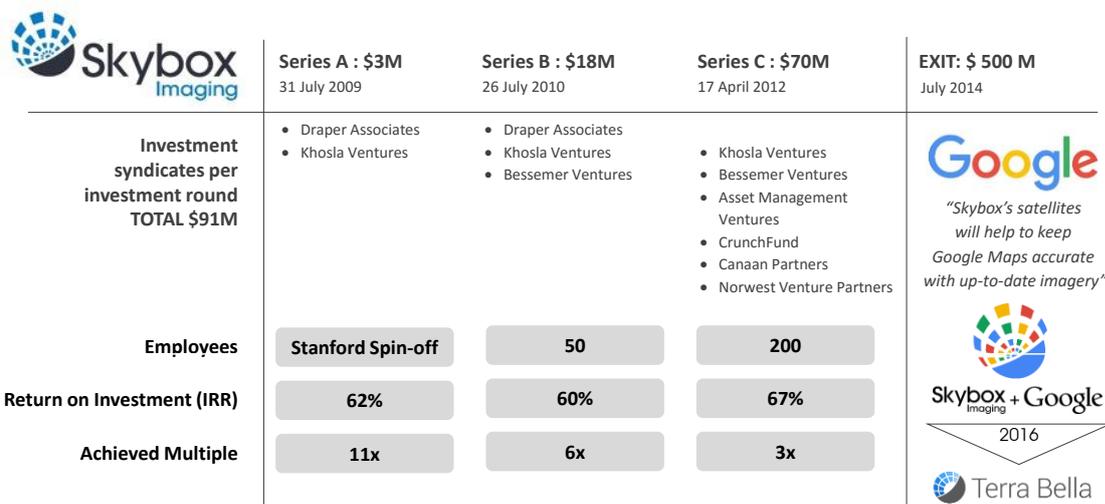
Die wenigsten NewSpace Unternehmer können ihr Unternehmen nur mit eigenem Kapital aufbauen. Sie wenden sich je nach Reifegrad und Finanzbedarf ihres Unternehmens **unterschiedlichen Finanzierungsformen** zu. Im Anfangsstadium hilft gelegentlich noch das unmittelbare Netzwerk („FFF“ – Family, Friends and Fools) als Geldgeber, doch dieses ist schnell erschöpft.

Vermögende Unternehmer engagieren sich in der Seed Phase als **Business Angels** mit Beträgen bis zu 100.000 EUR. Vor allem im Silicon Valley wächst die Zahl solcher Business Angels. Die Tauri Group hat über 60 Angel und Angel Gruppen identifiziert, die sich seit dem Jahr 2000 in Raumfahrt engagiert haben.

**21 Milliardäre aus der Forbes Liste** haben einen Bezug zu einem Raumfahrtunternehmen – sie engagieren sich als Mega-Business-Angels. Das seit 2007 in den USA aktive Space Angel Network hält 28 Investments in 22 Firmen und hat kürzlich einen Fonds aufgelegt.

Das neuere **Crowdfunding**, eine meist für jedermann offene internetbasierte Investitionsform, kann erste NewSpace-Fälle nachweisen. Diese beschränken sich bislang jedoch auf das Finanzieren von gemeinsamen Interessen: So investierten 17.000 Personen gemeinsam 1,5 Mio USD in ein Weltraumteleskop<sup>18</sup>. Experten erwarten, dass Crowdfunding in Zukunft eine größere Rolle spielen wird. Einige Business Angel Investment Clubs organisieren sich bereits intern über dem Crowdfunding ähnliche Internetplattformen und schaffen so breitere Transparenz über mögliche Investitionsmöglichkeiten.

Die Analyse unten zeigt, dass im Fall von Skybox über drei Jahre eine wachsende Zahl von VCs eingestiegen ist. Dank des Verkaufs an Google konnten sie ihren Kapitaleinsatz vervielfachen. Solch ein erfolgreicher „Exit“, d.h. der Verkauf an einen strategischen und zudem allseits bekannten Investor, inspiriert andere Investoren und Unternehmer.



Source: Crunchbase, Dan Berkenstock, Skybox Co-Founder during Space 2.0 Conference 2016, SpaceTec Analysis

**Abbildung 19: Fallstudie Skybox: Einsatz und Ertrag beteiligter VCs nach Beteiligungsrunde**

Die Fallstudien im Anhang zeigen, wie im fortgeschrittenen Stadium weitere Finanzierungsinstrumente zum Einsatz kommen: Darlehen (Planet Labs), Wandelanleihen (UrTheCast), Subventionen (Spire in Schottland), sowie Börsengang (UrTheCast).

## Vorauszahlungen und Reservierungen

Vorauszahlungen, Anzahlungen und Reservierungen werden als Finanzierungskonzept seit Beginn der kommerziellen Raumfahrt, insbesondere für Raketenstarts, verwendet. Satellitenbetreiber buchen im Voraus sogenannte Launch Slots. Auch bei SpaceX wurde dies praktiziert:

*“Durch Vorauszahlungen und das Eingehen ungewöhnlich hoher Risiken,  
war SES ein Wegbereiter von SpaceX”*

*(Bülent Altan, ehemals VP Avionics SpaceX)*

Auch das US-Militär und Sicherheitsbehörden arbeiten im großen Stil mit Vorauszahlungen und Reservierungen. Das US-Militär hat sich prominent an der Entwicklung der Falcon 1 Rakete beteiligt. Dementsprechend hielt sich die Begeisterung in Grenzen, als SpaceX beschloss, die Falcon 1 zugunsten der Falcon 9 fallenzulassen. Beobachtungsdaten von Erdbeobachtungskonstellationen werden von der NGA vorab eingekauft.

## Ankerkunden

Frühzeitige Zusagen durch öffentliche **Ankerkunden** sowie anschließende langfristige Beschaffungen sind elementare Voraussetzungen, um Kapital zu erhalten, die Technologieentwicklung und den Systemaufbau voranzutreiben und um erfolgreich in den Markt einzutreten. Bekanntestes Beispiel dafür sind die Programme der NASA zum kommerziellen Transport von Fracht und Personal zur ISS.

*“... all the revolutionary technologies that make the iPhone so smart  
were actually funded by government.*

*Not through narrow market-fixing policies, but through mission-oriented policies  
that catalysed the creation of entirely new technologies and sectors.”*

*(Prof. Mariana Mazzucato) <sup>19</sup>*

Auch andere US-Regierungsbehörden unterstützen die NewSpace-Entwicklung als Ankerkunden für die neuen Systeme und Dienstleistungen. Im Bereich der kommerziellen Erdbeobachtung ist die National Geospatial Intelligence Agency (NGA) der wichtigste Ankerkunde. Sie beschafft Daten zentral für zahlreiche Sicherheitsbehörden. Die NGA hat im Oktober 2015 eine neue Strategie für die Nutzung kommerzieller Daten und Dienste vorgestellt. Sie möchte die Geschäftsmodelle, Ziele

und Fähigkeiten der neuen Anbieter testen und sich idealerweise neue Fähigkeiten mit höheren Wiederholraten erschließen. Es wird erwartet, dass dadurch für die neuen Unternehmen der Markteintritt erheblich erleichtert wird.

*“The combined possibilities of an emergent commercial space market, the small-satellite revolution and a vibrant community of companies already mining the possibilities of geospatial data has inspired us to seek new opportunities,”* Robert Cardillo, Director NGA



Zusagen für Aufträge machen NewSpace Firmen für Investoren interessant und zieht im nächsten Schritt weitere Risikokapitalgeber an. Bisweilen reicht es dabei schon, wenn ein zukünftiger Ankerkunde öffentlich seine Hoffnungen zum Ausdruck bringt:

*“Wir wollen der erste Operator sein, der die gleiche Rakete zweimal verwendet um eine Umlaufbahn zu erreichen”.*

*(Martin Halliwell, CTO von SES, SpaceNews, 2015)*

*“Wir wollen der erste Kunde des Falcon 9 Upgrade sein, gegebenenfalls auch ohne Versicherungsschutz”*

*(SES Vertreter, SpaceNews, 2015)*

Für SpaceX ging es 2015 schon nicht mehr um die Existenz. Wenn solche Vorschusslorbeeren von einem potentiellen Ankerkunden aber an ein junges Unternehmen verteilt werden, kann dies während einer Eigenkapitalfinanzierungsrunde das Zünglein an der Waage sein.

### **Anreizwettbewerbe**

Normalerweise erfolgt technologischer Fortschritt durch inkrementelle Schritte gegenüber bestehenden Lösungen. Anreizwettbewerbe sind darauf ausgelegt unterschiedlichste Innovationswege gleichzeitig einzuschlagen. Im Gegensatz zu den klassischen öffentlichen Ausschreibungen werden bei Anreizwettbewerben zwar konkrete Zielsetzungen vorgegeben, aber die Mittel und Wege zur Zielerreichung können frei gewählt werden.

Der DARPA Robotic Challenge, der immer wieder neue Innovationen für Militär und Zivilgesellschaft inspiriert, ist einer der berühmtesten derartigen Wettbewerbe. Auch in der Raumfahrt wurden in den letzten Jahrzehnten verschiedene Anreizwettbewerbe durchgeführt. Der Ansari-X-Preis hat dabei Lösungen für Suborbital Flüge signifikant vorangebracht.

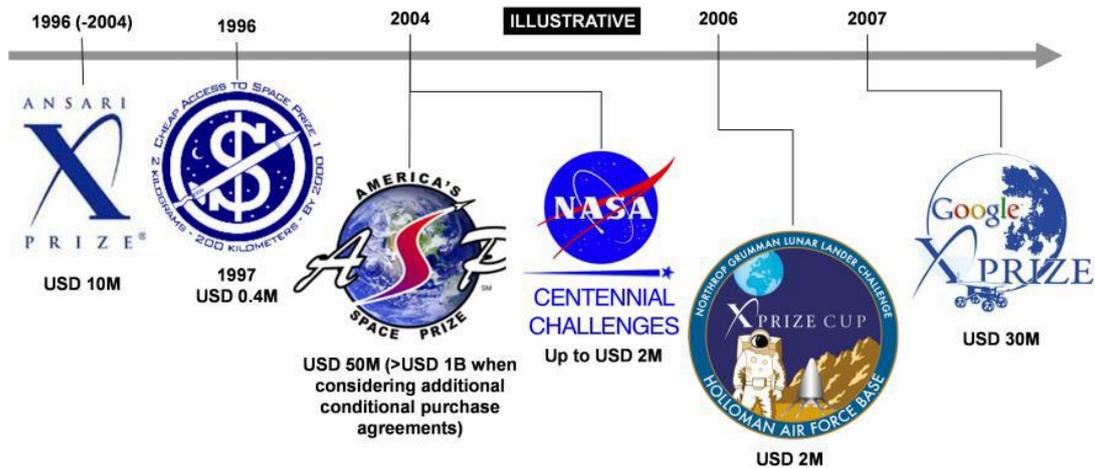


Abbildung 20: Evolution der verschiedenen Weltraumpreise

Anreizwettbewerbe machen vor allem Sinn, wenn:

- viele verschiedene Lösungen denkbar sind,
- hohe Unsicherheiten hinsichtlich der besten Lösungsoption bestehen,
- Raum für laterales Denken gegeben ist,
- mehrere Unternehmen als Anbieter in Frage kommen und
- kommerzielles Potential besteht

**Google LUNAR XPRIZE**

Aktuell befinden sich 16 Forscherteams im Rennen um den mit 30 Mio. USD dotierten Google Lunar XPRIZE, dem bis dato höchstdotierten Raumfahrtpreis.

Ziel ist es, ein robotisches Fahrzeug auf dem Mond zu landen, mit diesem mindestens 500m auf der Mondoberfläche zurücklegen und anschließend Bilder zur Erde schicken.

Um im Rennen zu bleiben muss bis Ende 2016 ein Startvertrag vorgelegt werden  
Die Mission muss bis Ende 2017 abgeschlossen sein.

Abbildung 21: Google Lunar X-Prize

Die EU Kommission plant im Rahmen von Horizon2020 einen eigenen Anreizwettbewerb durchzuführen. Der **“Horizon Prize for low cost access to space”** wird voraussichtlich mit 4 Mio. EUR dotiert sein. Der Preis belohnt Startsysteme, die Klein- und Kleinstsatelliten mit einem Gewicht von bis zu 500 kg in einen LEO Orbit in 600 km Entfernung bringen können.

## Kreditfinanzierung

Kreditfinanzierung kommt bei Technologiefirmen zumeist erst im Wachstumsstadium in Frage, wenn bereits signifikante Umsätze erreicht werden, oder volle Auftragsbücher, Betriebseinrichtungen oder einschlägiges Geistiges Eigentum den Banken als Sicherheiten dienen. Doch es gibt auch hier kreative Ausnahmen: Obwohl noch weit von positivem Cash Flow entfernt, erhielt Planet Labs 2015 im Rahmen einer 90 Mio. USD Finanzierungsrunde 25 Mio. USD als Kredit von Western Technology Investment (WTI). WTI ist eine Venture Finanzierungsfirma für die Wachstumsfinanzierung, die mit Fremdkapital („Venture Debt“) einsteigt. Solche Spezialprodukte sind sehr selten. Auch Venture-Debt genießt im Konkursfall Vorrang vor Eigenkapitalansprüchen. In diesem speziellen Fall könnten auch Blackbridge Umsätze oder gar die RapidEye Konstellation als Sicherheit eingebracht worden sein.

Bei Venture-Kapital finanzierten Unternehmen die noch hohe Verluste machen, wird investorenlässige Kreditfinanzierung meist nur zur Liquiditätssicherung bis zum Abschluss einer Finanzierungsrunde eingesetzt.

## Exportkredite und -garantien

In den letzten Jahren hat die US Export Kredit Bank (EXIM) eine große Rolle bei exportbezogenen Raumfahrtprojekten gespielt. Seit 2002 hat EXIM Satellitengeschäfte unterstützt, den Großteil davon ab 2010.<sup>20</sup> Zwischen 2010 und 2014 waren Satellitenexportgeschäfte der am stärksten wachsende Tätigkeitsbereich der EXIM. In dieser Zeit unterstützte EXIM 19 Exportgeschäfte in 25 verschiedenen Programmen, mit einem Gesamtvolumen von 5,25 Mio USD.

Das Auslaufen der Genehmigungen für die EXIM im Juli 2015 hatte daher unmittelbare Konsequenzen für die amerikanische Weltraumindustrie. Mehrere grenzüberschreitende Geschäfte über den Kauf von US Satelliten sollen deshalb nicht zu Stande gekommen sein. Im Mai 2015 äußerte die Firma Orbital ATK, dass sie einen Bieterwettbewerb bezüglich des Azerspace-2 Satelliten bei der Regierung von Aserbaidshan verloren habe, weil die EXIM keine Finanzierung mehr garantieren konnte.<sup>21</sup> Boeing Space and Intelligence Systems verloren eine Satellitenbestellung im Wert von mehreren hundert Millionen USD durch ein Unternehmen aus Hong Kong, weil es keine EXIM-Finanzierung mehr gab. Bereits 2014 kündigte Boeing an, wegen der ungewissen Zukunft der EXIM möglicherweise Stellen streichen zu müssen.<sup>22</sup>

Erst Anfang Dezember wurden neue Genehmigungen gesetzlich erteilt, sie gelten jetzt bis Ende 2019. Zurzeit erfolgt die administrative Umsetzung, um EXIM wieder handlungsfähig zu machen. Es darf erwartet werden, dass die EXIM in den nächsten Jahren weiterhin eine große Rolle bei den Exportgeschäften der amerikanischen Raumfahrtindustrie, auch im NewSpace, spielen wird. Andere Staaten wie Kanada und Russland setzen nun auch verstärkt ihre staatlichen Exportkreditbanken für die Förderung von Exportgeschäften in der Raumfahrt ein.

### **Team France prepares satellite and launch export battles for 2016**

#### **France Unveils Commercial Space Investment Initiative**

Frankreich<sup>23</sup> forciert derzeit seine internationalen Exportaktivitäten in der Raumfahrt, gerade auch mit Import/Exportfinanzierung durch Coface. Neben EXIM ist Coface der größte Akteur bei der staatlichen Stützung von Exportgeschäften. In den letzten Jahren wurde der Verkauf in Frankreich produzierter Satelliten an O3B, Globalstar und Iridium mit großen Summen gedeckt. Es wird erwartet, dass das auch OneWeb bzw. Airbus die Unterstützung sowohl von Coface als auch EXIM anfragen werden, da die Satelliten in Frankreich entwickelt werden, die meisten der Satelliten in den USA produziert, und ein Großteil davon von Arianespace gestartet werden sollen<sup>24</sup>.

#### **Projektförderung**

Projektförderung jeglicher Art schont das Eigenkapital. NewSpace Unternehmen nehmen solche Förderungen gerne mit, wenn damit keine unerwünschten Beschränkungen hinsichtlich des geistigen Eigentums (IP) verbunden sind. Risikokapitalgeber wachen darüber, dass bei der Durchführung von Förderprojekten der angestrebte Geschäftsfokus nicht aus dem Blickfeld gerät.

*„Ich glaube, dass Grants faul machen. Sie liefern keinen Anreiz für bessere Entwicklung. Besser sind Festpreisverträge mit Meilensteinzahlungen.“*

*(Bülent Altan, vormals VP Avionics, SpaceX)*

SpaceX ist allerdings viel mehr über konkrete Aufträge als über Forschungsförderung gewachsen. Man hat sich nicht viel mit Forschung aufgehalten und stattdessen konkrete Entwicklung auf der Basis von früheren Forschungsergebnissen der NASA betrieben, wie am Beispiel des thermalen Schutzes für die Dragon-Kapsel belegt. Ein vergleichbarer Ansatz wurde auch für die Triebwerke der Startrakete umgesetzt. Die folgende Tabelle gibt einen Einblick in die frühe Auftragshistorie von SpaceX:

Tabelle 3: Die frühen Aufträge von SpaceX

Auftrag	Betrag in Mio. USD	Inhalt
NASA COTS 1-3	400	Falcon 9 und Dragon Kapsel
CRS-1 – CRS-12	1.200	12 Starts der Falcon 9 und der unbemannten Dragon Kapsel für jeweils 100 Mio. USD (Falcon 9: 60 Mio. und Dragon: 40 Mio. USD)
HSF	1.000	Rein subventions- bzw. zuschussbasiert. Hier wurde ausnahmsweise die Entwicklung bezahlt, weil es sich um <u>kundenspezifische</u> Anforderungen handelte. Mehr als 1 Mrd. USD für 2 bemannte Starts – das Ziel liegt bei 200-250 Mio. USD pro Start bzw. bei 30 Mio. USD pro Sitzplatz in der siebensitzigen Dragon Kapsel
	200-250	Nachzahlung für bemannte Raumfahrt

2014 hat SpaceX 2,6 Mrd. USD von der NASA bekommen, um Weltraumtaxis, die US-Astronauten in den Erdorbit bringen sollen, zu bauen, zu testen und zu fliegen – Boeing wurden für das gleiche Vorhaben 4,2 Mrd. USD zugesprochen.

Projektförderung gibt es auch im Zusammenhang mit Anreizpreisen. Mehrere israelische Stiftungen haben 2014 das Team von SpacEL mit 22,4 Mio. USD im Rennen um den Google XPRIZE unterstützt. Das Team kann aktuell mit 25 Vollzeitmitarbeitern und 250 Freiwilligen aufwarten. Im Juni 2015 hat sich die Wetterdatenfirma Spire ihre Expansion nach Europa von der schottischen Fördereinrichtung Scottish Enterprise mit 1,9 Mio. GBP subventionieren lassen. Spire will in Glasgow bis zu 50 Stellen schaffen.

**Data Company Spire Receives up to \$2.9 Million in Grants From Scottish Government to Double Down on Massive Satellite Weather Opportunity**

Promoting the Growth of UK's Space Community, Silicon Valley Satellite-Data Company Opens New Office in Glasgow, Scotland to Attract World-Class Talent

Scotland has space for Spire

**Satellite firm Spire to create 50 jobs**

**Steuererleichterungen**

Eine kürzlich erstellte Studie für die Europäische Kommission zu nationalen Raumfahrtgesetzen kommt zu dem Ergebnis, dass sich nationale Wettbewerbsvorteile eher aus steuerlichen als aus regulatorischen Rahmenbedingungen ergeben.

Großbritannien hat, vor allem auf der Isle of Man, mit umfangreichen Steuerbefreiungen die Gründung vieler Raumfahrtunternehmen angezogen. Neben den steuerlichen Vergünstigungen wird außerdem eine sehr proaktive Unterstützung bei der Anmeldung

von Frequenznutzungsrechten gewährt. Kürzlich wurde die Mehrwertsteuer auf Versicherungsprämien bei Raumfahrtversicherungen aufgehoben.

Luxemburg hat mit seinen sehr günstigen Steuerbedingungen ebenfalls Raumfahrtunternehmen angelockt. Intelsat, einer der weltweit größten Satellitenbetreiber, hat seine Firmenzentrale kürzlich nach Luxemburg verlegt.

In den USA hat Kalifornien 2014 Steuererleichterungen für Raumfahrtfirmen beschlossen<sup>25</sup>. Für einen Zeitraum von 10 Jahren wurden Trägersysteme und ihre Komponenten von Steuern befreit.

Auch branchenübergreifende Steuervergünstigungen können Vorteile für Raumfahrtunternehmen bieten. In Belgien gibt es spezielle Förderungen zur Reaktivierung von industrieller Fertigung, welche derzeit z.B. hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit zur Produktion von Kleinsatellitenkomponenten geprüft werden. Steuerliche Aspekte sind jedoch nicht immer entscheidend für die Standortwahl. Andere Faktoren wie die Verfügbarkeit von hochqualifiziertem Personal oder gute logistische Infrastrukturen spielen ebenfalls eine große Rolle.

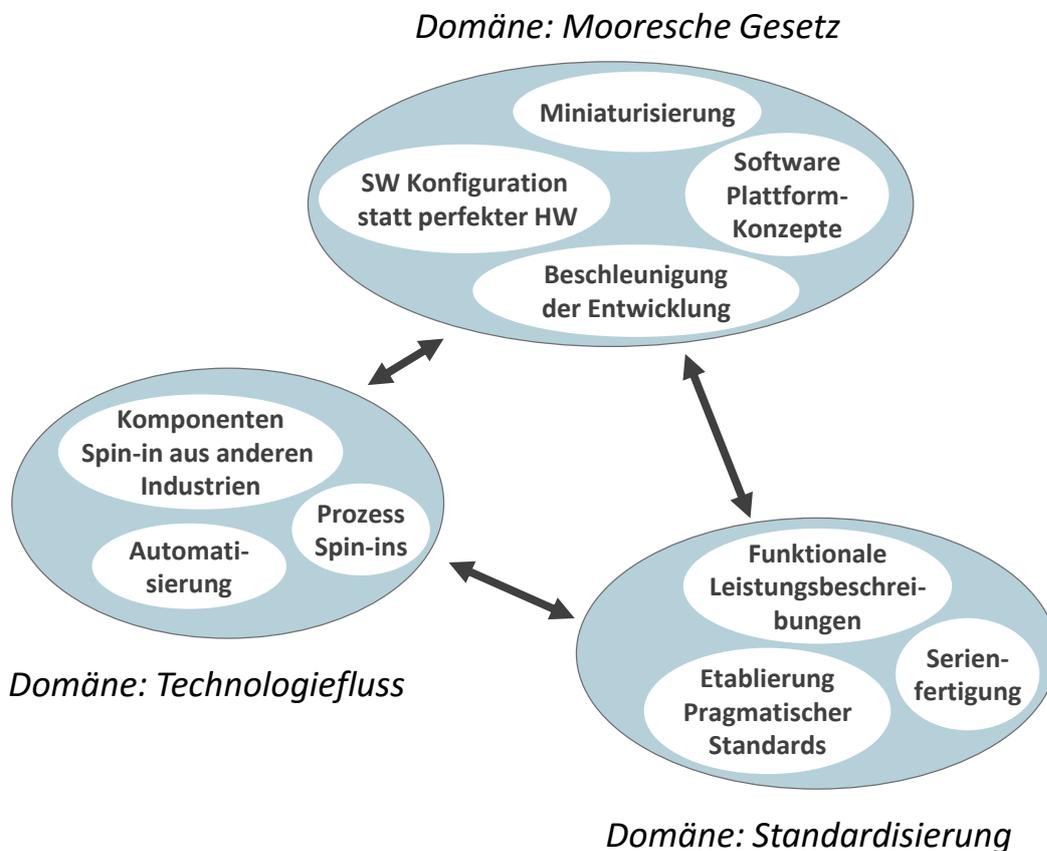
#### Kernaussagen in der Dimension **Finanzierung**

- NewSpace Unternehmer in USA scheuen sich nicht, eigenes Kapital als erstes zu investieren und damit weitere potentielle Geldquellen zu erschließen.
- Die Finanzierungskette in den USA funktioniert. Business Angel, Risiko- und Wachstumsfonds arbeiten eng zusammen unterstützt durch die physische und oft auch persönliche Nähe von HighTech Unternehmern und Investoren.
- Die Motivation der Investoren ist zu allererst finanzieller Art. Einige große VCs investieren auch mit gewissem persönlichem Eigeninteresse in NewSpace.
- 25 Milliardäre haben sich bislang im NewSpace engagiert.
- Über 60 VC Investoren haben sich bislang im NewSpace engagiert. Einige Venture Funds investieren regelmäßig in NewSpace und Frontier-Tech.
- Im NewSpace Finanzierungsmix wird Venture Capital pragmatisch-opportunistisch mit klassischen Finanzierungsinstrumenten der Raumfahrt (öffentliche Aufträge, Staat als Ankerkunde und Exportunterstützung) kombiniert.
- Öffentlich ausgeschriebene Anreizwettbewerbe mit präzise formulierten Zielsetzungen können weltweite Kreativität mobilisieren, die Finanzierungsfaktor selbst ist dabei zweitrangig.

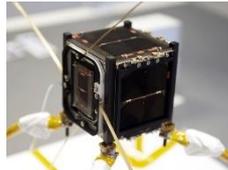
### 3.3 Technologiemanagement



NewSpace wird technologisch vorwiegend durch drei Trends geprägt: Das Moore'sche Gesetz, die Standardisierung und die Technologieflüsse. Diese stehen miteinander in Wechselbeziehung, wie aus der folgenden Graphik ersichtlich:

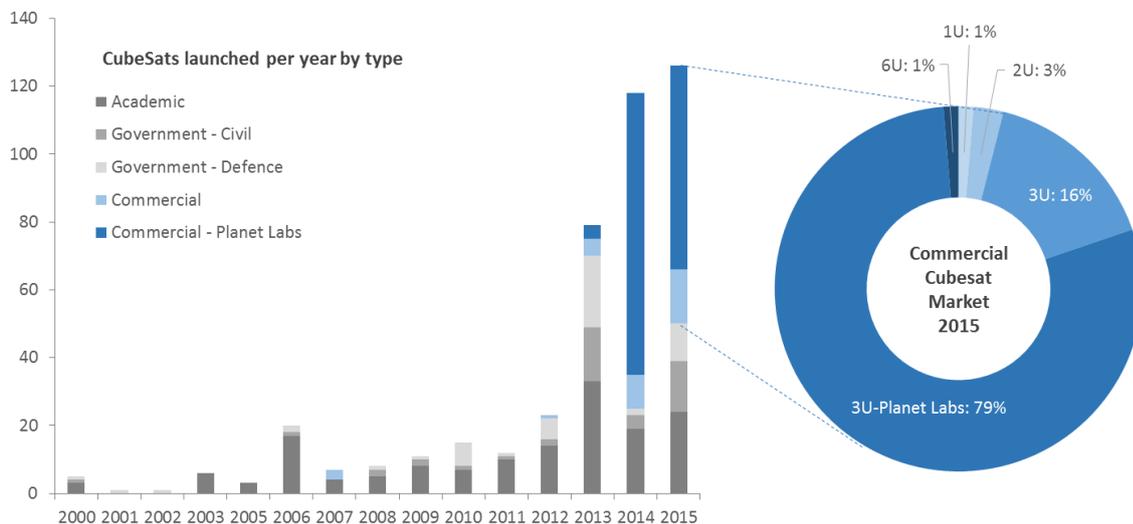






**Die Grundeinheit („Unit“)  
des CubeSats ist ein  
10x10x10cm großer Würfel**

Mit diesem ursprünglichen Ansatz des **Baukastenprinzips** können sowohl die Kosten als auch die Risiken verringert werden. Zu Beginn waren die meisten CubeSats 1U-Einheiten - erst im Laufe der Zeit verlangten höher entwickelte Sensoren (wie z.B. das Teleskop von Planet Labs) größere Volumina, sodass mittlerweile 3U-Einheiten am weitesten verbreitet sind, aber auch schon 6U-Einheiten gebaut wurden bzw. werden. Mittlerweile sind **mehrere Anbieter im CubeSat Markt** aktiv (Cal Poly, TSFL, ISIS, etc.) und bieten einzelne Komponenten, Bausätze (Kits) und/oder die gesamte Integration an.



**Abbildung 23: Statistik der CubeSat-Missionen und ihrer Nutzer (Quelle: Cubesat Database, 2016)**

Seitdem militärische und kommerzielle Betreiber die Möglichkeiten der CubeSats entdeckt haben, steigt die Zahl der Missionen rasant an. Die 3U Cubes von PlanetLabs stellten den Großteil der neuen kommerziellen CubeSats in 2015.

Kommerzielle CubeSats für Erdbeobachtung benötigen einen genauen Orbit bestimmte Launchverfahren. Auch sind sie die ersten CubeSats die einen Downstream-Markt adressieren.

Die **Standardisierung** führt zu signifikanten Kostenreduktionen. Traditionell verlangt die Raumfahrt individuell spezifizierte Sonderanfertigungen, insbesondere für wissenschaftliche Missionen. Für kommerzielle Kommunikationssatelliten wurden bereits die Kosten durch die Einführung standardisierter Satellitenbusse (Eurostar, Spacebus) gesenkt. NewSpace-Unternehmen nutzen diesen Ansatz und übertragen ihn auf andere Komponentenbereiche, sodass die zunehmende Verflechtung mit terrestrischen Sektoren auch die Standardisierung in anderen Domänen vorantreibt, wie z.B.: bei OBDH/Avionik mit SpaceWire/SpaceFibre oder Energiesystemen mit Batterien/Brennstoff- und Solarzellenstandards (und -tests).

Unter **Technologiefüssen** versteht man den steigenden Technologieaustausch verschiedener Industriesektoren mit der Raumfahrt, darunter vor allem die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und den Transportsektor (Luftfahrt und Automobilbranche).

NewSpace Unternehmen suchen Kostenvorteile und Möglichkeiten zur Verringerung der nötigen Zeitspannen von der Planungsphase zum operativen Betrieb. Möglichkeiten dazu ergeben sich durch den Einsatz von Komponenten oder die Übertragung von Herangehensweisen und Produktionsmethoden aus anderen Branchen. Folgende Methoden haben sich bei NewSpace bewährt:

- Einsatz handelsüblicher Elektronikkomponenten aus dem Automobil-, Laptop- oder Smartphone-Sektor, denn Im LEO ist der Strahlungspegel nur 5-10 Mal höher, als in einem Flugzeug, das in 10 km Höhe fliegt
- Kleinserienproduktion statt Einzelstückfertigung,
- Reduzierte Anforderungen an die Strahlungsresistenz der verwendeten Komponenten, wie sie z.B. durch eine kürzere Missionsdauer oder durch den Schutz des Erdmagnetfeldes gegeben sind
- Schnellere Entwicklungszyklen durch einen „Trial & Error“-Ansatz statt aufwendiger und langfristiger Projektplanungsansätze,
- Verwendung neu geschaffener Internetprotokolle, welche Latenzzeiten und Unterbrechungen bereits von Anfang an vorsehen und mitigieren, und eine
- Signifikante Vereinfachung der Bodeninfrastrukturen.

### **Spin-in von Komponenten aus anderen Industrien**

Eine Technologieflossanalyse der 25 ESA Technologiedomänen zeigt, dass Spin-ins der vorherrschende Mechanismus für Technologieflüsse in der Raumfahrt sind. So überschneidet sich die Raumfahrt mit der Informations- und Kommunikationstechnologie in 66% aller Technologiedomänen, wobei 94% der Technologieflüsse Spin-Ins aus dem IKT-Sektor sind. Zu 84% decken sich die Technologiedomänen der Raumfahrt mit denen des Transportsektors – hierbei betrifft der Spin-in Anteil 62% aller Technologieflüsse - bisher vor allem durch den Austausch mit der Luftfahrtbranche. Bedingt durch die zunehmende Elektrifizierung des Automobilsektors wird erwartet, dass die Bedeutung dieser Branche als Spin-In Geber für die Raumfahrt verstärkt wird, z.B. im Bereich der Brennstoffzellen oder der Leistungsregelung. Wie aus der Technologieflossanalyse aus Tabelle 4 ersichtlich wird, stellen Antriebe die einzige Technologiedomäne der Raumfahrt ohne einen nennenswerten Technologiefloss dar, d.h. der Kostendruck wird weder durch Spin-offs noch durch Spin-ins positiv beeinflusst.

Tabelle 4: Technologieflüsse der 25 ESA Technologiedomänen (Quelle: Dissertation N. Frischauf, 2014)

Information, Communication Technology (ICT) Sector -	Technology Flow	Space Application		Technology Flow	Transportation (Aviation, Automotive, Rail, Maritime) Sector -
		TD	Technology Domain (Space: ESA Technology Tree V3)		
Computer and mobile phone industry drive CPU capabilities (FLOPS, power, etc.)	⇒	1	On-Board Data Systems (spacecraft data management and payload data processing)	⇐	Aviation and increasingly automotive, as aircraft and cars become more and more 'intelligent'
The commercial ICT sector drives S/W development (i.e., gaming industry)	⇒	2	Space System Software (basic techniques and technologies in the field of software and IT with respect to their application to space missions)	⇐	Aviation, especially as far as the safety aspect is concerned
CPUs and ICs become more and more powerful to control high power levels	⇒	3	Spacecraft Electrical Power (techniques and technologies related to power system architecture, to power generation, distribution and conditioning and to energy storage)	⇐	All, especially with the upcoming electrification of transportation (Hybrids, BEV and FCEV)
		4	Spacecraft Environments and Effects (creation of environment models and the knowledge of effects)	⇐	Aviation and maritime (i.e., radiation, pressure changes, temperature cycles)
Mobile phones and tablets employ g-sensors driving R&D (esp. size, power)	⇒	5	Space System Control (design and implementation of control systems for space applications, i.e., AOCs for satellites, GNC for space vehicles and launchers, Pointing Acquisition and Tracking systems for antennas)	⇐	R&D of Inertial Measurement Units is pushed for UAVs and 'classical' aircraft
WiFi, 3G, LTE, MIMO, etc. are technologies driven by the PC/mobile phone industry	⇒	6	RF Systems, Payloads and Technologies (technologies and techniques related to satellite systems and networks, spacecraft payloads, instruments and specific ground equipments, TT&C, navigation, EO and space science)	⇐	Modern transportation systems employ telemetry systems; TT&C is a 'must' for UAVs
WiFi, 3G, LTE, MIMO, etc. are technologies driven by the PC/mobile phone industry	⇒	7	Electromagnetic Technologies and Techniques (antennas and related technologies, wave interaction and propagation and electromagnetic compatibility)	⇐	WiFi within planes, ships, trains and cars; 'SatCom on the move' for permanent internet access
Reprogrammable ASICs introduced into the ICT world; nowadays frequent 'patching' strategy (i.e., gaming, apps, etc.)	⇔	8	System Design & verification (technology, methods and tools to support the System Engineering processes (specification, design, and verification) of space systems during the complete lifecycle (phases 0 to F))	⇔	Originally space systems engineering was a spin-off; today's cost pressure favours terrestrial methodologies
Modern CPUs allow for higher autonomy	⇒	9	Mission Operation and Ground Data systems (control and operations of space system elements (satellites, transfer vehicles, orbiters, landers, probes, rovers, etc.) and related ground segments)	⇔	Originally mission ops was a spin-off; today's cost pressure favours terrestrial methodologies
Powerful CPUs allow for computer aided/guided, nearly/fully autonomous flight manoeuvres	⇒	10	Flight Dynamics and GNSS (analysis and definition of trajectory aspects of space projects, known as mission analysis, includes all operational ground activities to measure and control the spacecraft orbit and attitude)	⇔	Modern military aircraft use flight regimes that can only be controlled by computers (i.e., F-16); space planes (i.e., SS1/2) still thrive on space R&D
		11	Space Debris (meteoroid and debris environment including space surveillance, databases, assessment of debris risk levels, re-entry of space objects, hyper velocity impacts and protection, mitigation measures)	⇐	Modern naval warfare R&D deals with railguns, which fires kinetic bullets with Mach 7 at a 350 km distant target (through the atmosphere)
Although originally space, VSAT R&D is now driven by ICT (i.e., backhaul at mobile phone networks)	⇒	12	Ground Station System and Networks (engineering of facilities that connect the space segment with the control centers, i.e., high performance deep space stations to networks of small ground stations)		
		13	Automation, Telepresence & Robotics (specification, development, verification, operation and utilisation of space automation systems, i.e., space robot systems and Space Laboratory automation and payload control systems in manned and unmanned missions)	⇔	Automation is by now a terrestrial domain; telepresence increasingly as well high performance robotics is still driven by space
CPUs and sensors developed for computers and tablets drive capabilities (i.e., bio-sensors)	⇒	14	Life & Physical Sciences (technological aspects related to the instrumentation in support of life and physical science, and for ensuring the delivery of a complete system (instrument) technology)	⇔	Human performance supervision (i.e., fatigue measurement)
		15	Mechanisms (all devices whose operation involves a moving function of one or several parts (e.g. actuator, hold-down&release device, pointing mechanism, deployable boom, thrust vector control mechanism), and associated specific disciplines (such as tribology and pyrotechnics) and tools)	⇐	Military aviation is embarking on thrust vector control for increased manoeuvrability (i.e., F-22)
Laser systems developed for fiber optics, optical memories, etc.; in future optical computers	⇒	16	Optics (technologies and techniques for systems, instruments and components, as well as design, engineering and verification methods, in the field of optics)		
Optocouplers and in future optical computers	⇒	17	Optoelectronics (development and application of technologies combining photonics (i.e., circuits handling photons) with electronics to achieve given functions)		
		18	Aerothermodynamics (the dynamics of gases (physical processes & modelling) especially of atmospheric interactions with moving objects at high speed, i.e. take-off to landing, orbital ascent/descent, aero heating)	⇔	High performance aircraft (i.e., SR-71) as well as jet combustion engines
		19	Propulsion		
		20	Structures (technologies and methodologies related to the design, analysis, manufacturing and testing of structures and mechanical systems for S/C, planetary infrastructures, habitats, launchers and re-entry vehicles)	⇐	Composite materials increasingly employed in aviation, automotive, rail and maritime
Mobile phones are extremely demanding WRT to power and mass, volume constraints	⇒	21	Thermal (all technologies needed for the thermal control of space systems)	⇐	Modern systems are strongly driven by efficiency considerations (i.e., recuperation)
		22	Environmental Control Life Support (ECLS) and In-Situ Resource Utilisation (ISRU) (all technologies for controlling, maintaining and supporting human presence in space and the utilisation of local resources)	⇔	Originally a spin-off sector; today's cost pressure favours terrestrial methodologies (aviation, submarines, etc.)
High quality demands for mobile phones and PCs drive the development	⇒	23	EEE Components and quality (design, production and testing of Electric, Electromechanical & Electronic (EEE) components meeting performance/reliability requirements for use in on-board electric/electronic systems)	⇐	Today's customers want the highest quality for their cars, ships and planes
Demanding operational requirements for mobile phones and notebooks (i.e., 'rugged computer')	⇒	24	Materials and Processes (incl. materials mechanics and processes, and their physical/chemical behavior and the interaction with the operational environment; involves all manufacturing processes)	⇐	Very demanding lifetime requirements for platforms (trains/ships: 40 years; aircraft: 30 years; cars: 15-20 years)
		25	Quality, Dependability and Safety (quality, reliability, availability, maintainability and safety of space systems and their constituents (hardware, software and human element))	⇔	KISS principle increasingly employed for automotive, esp. For upcoming electric vehicle

## Prozess Spin-ins

Im Gegensatz zur klassischen Raumfahrt, die etablierte Phasen zur Minimierung des Risikos eines Fehlschlags verwendet (ECSS Phasenmodell), werden bei NewSpace eingetretene Wege verlassen, wenn dies einen schnelleren Marktzugang, eine bessere Kostenstruktur oder einen anderen Wettbewerbsvorteil bringt.

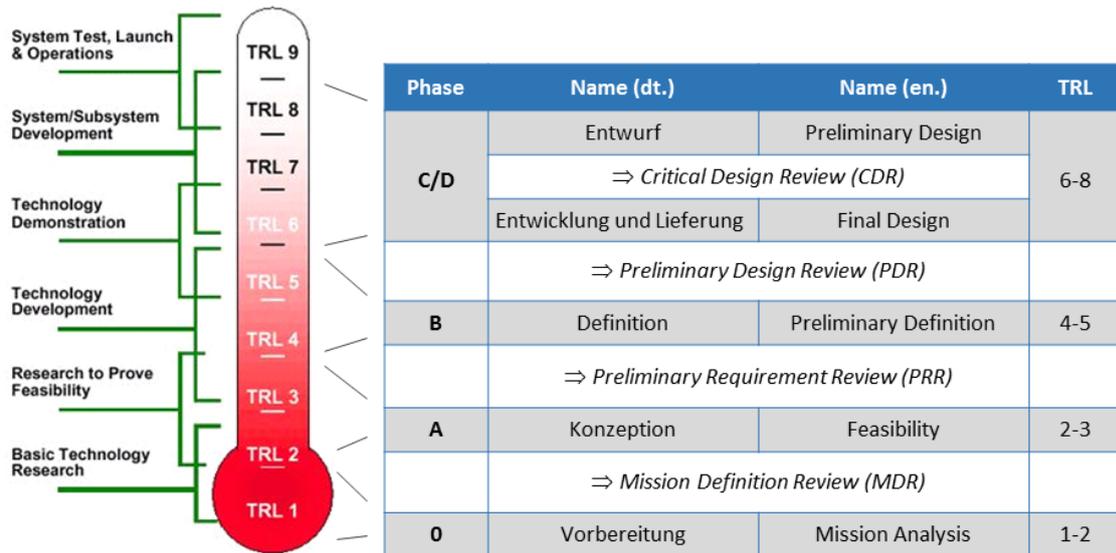


Abbildung 24: Die ECSS Phasen und Meilensteine im Zusammenhang mit dem TRL (Quelle: ECSS)

Prozess Spin-ins wie die agile Softwareentwicklung (s.u.) und andere IT-adaptierte Prozesse bieten sich als Alternative zur klassischen Vorgehensweise an.

## Agile Vorgehensweise als Prozess Spin-in

Ein Ansatz aus der IT-Branche, der zunehmend auf die Raumfahrt übertragen wird, ist die „**agile Softwareentwicklung**“. Bei dieser Vorgehensweisen wird die Entwicklung nicht im Voraus in allen Einzelheiten geplant und anschließend durchgeführt, stattdessen wird **die Entwicklung zyklisch iteriert**. Dies ermöglicht es, Anforderungen während der Projektlaufzeit zu ändern und laufend Anpassungen vorzunehmen.

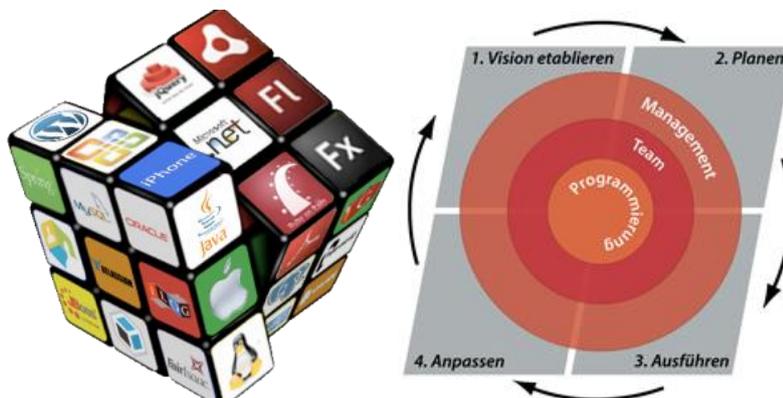


Abbildung 25: Agile Softwareentwicklung - der vorherrschende Prozess in der IT-Branche<sup>27</sup>

Die auffälligste Kennzeichen der agilen Softwareentwicklung sind häufige Rückkopplungsprozesse und das zyklische (iterative) Vorgehen auf allen Ebenen - bei der Programmierung, im Team und beim Management. Die Schlagworte dieser Methodik - "Pilots", "Releases" und "Patches" - sind uns allen vom beständigen Updatezyklus der Apps auf unseren Smartphones bekannt. Dies reflektiert die allgegenwärtige Grundstrategie: die rasche marktnahe Entwicklung einer ersten Softwareversion und die Umsetzung der notwendigen Anpassungen, während das Produkt schon auf dem Markt ist. Ein solcher Ansatz ist natürlich in keiner Weise für Missionen à la Rosetta tauglich – hier will man aufgrund der Einzigartigkeit der Mission die höchste Erfolgswahrscheinlichkeit sicherstellen.

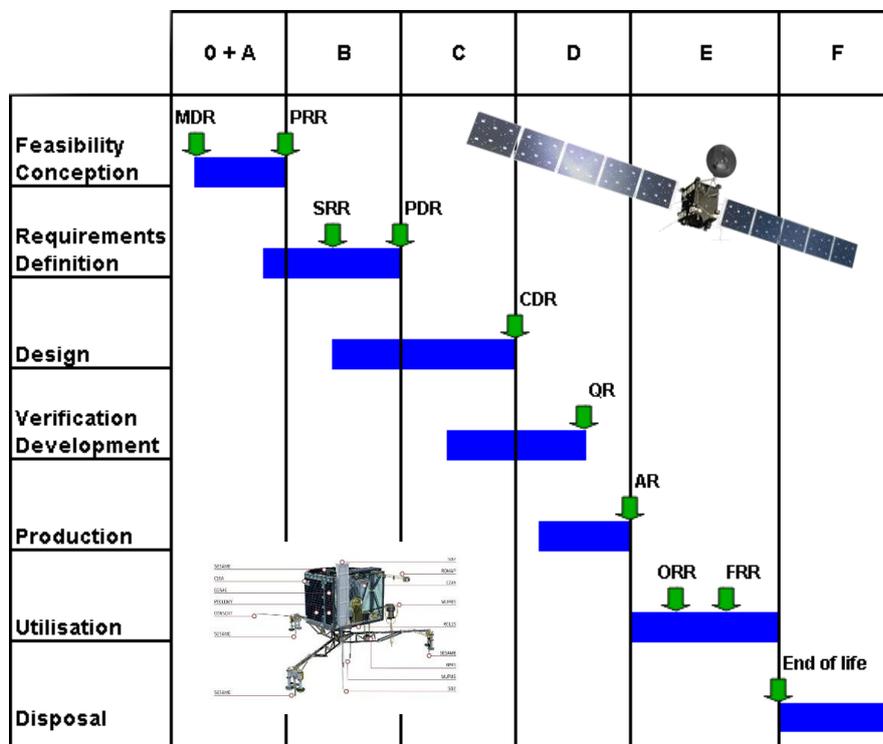


Abbildung 26: Der ECSS Projektansatz klassischer Raumfahrtmissionen à la Rosetta/Philae

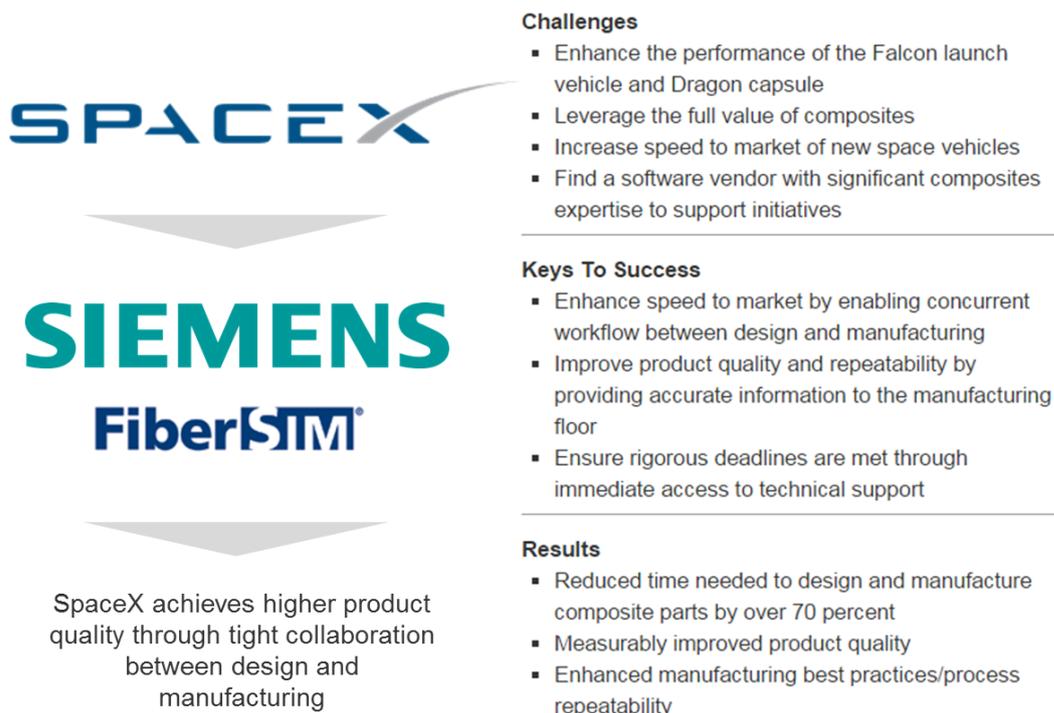
Agile Softwareentwicklung und andere IT-adaptierte Prozesse im Bereich von NewSpace und der kommerziellen Raumfahrt sind dort zu integrieren, wo Marktnähe wichtiger ist als perfekte Qualität.

## Automatisierung

Das Aufkommen leistungsfähigerer Computer hat im Laufe der Zeit zu einer Verschiebung von Hard- zu Software geführt. Seit neuestem halten auch Künstliche Intelligenz (KI)-Algorithmen Einzug und ermöglichen eine gesteigerte Autonomie – diese wiederum kann zu einer signifikanten Kostenreduktion im Bereich des Satellitenbetriebs (Phase E) führen. Abbildung 13 auf Seite 20 stellt den Prozentsatz der Phase E im Vergleich zu den Gesamtkosten dar – Einsparungen im zweistelligen Bereich wären ohne weiteres möglich.

## Beschleunigung der Entwicklung

Durch den Einsatz der Fibersim Engineering Software für Kompositbauteile von Siemens hat SpaceX die Schnittstelle von Entwicklung und Produktion digitalisiert. Dadurch kann ein interaktiver Feedbackprozess zwischen Produktion und Entwicklung sichergestellt werden. Dies bietet einen nicht zu unterschätzenden Vorteil für die Qualität und Wiederholbarkeit von Prozessen. Siemens hat dazu eine Referenzfallstudie <sup>28</sup> ins Internet gestellt, garniert mit den Zitaten begeisterter Kunden.



**Abbildung 27: SpaceX und die Siemens Fibersim Software**

*„Wir hatten permanent Produktionsleute mit am Tisch, dadurch konnten wir an einem Nachmittag entscheiden, dass es keine Falcon 6 sondern eine Falcon 9 geben wird.“*

*(Bülent Altan, Former VP Avionics, SpaceX)*

## Rapid Prototyping statt Papierstudien

Zu den vielfältigen neuartigen Produktionsmethoden, welche unter dem Begriff „NewSpace“ zusammengefasst werden, gehört auch die sog. **additive Fertigung (3-D Druck)**. Additive Fertigung bezeichnet einen Prozess, bei dem auf Basis von digitalen 3D-Konstruktionsdaten durch das Ablagern von Material schichtweise ein Bauteil aufgebaut wird. Der Begriff „3D-Druck“ wird als Synonym für die additive Fertigung mittlerweile immer häufiger verwendet.

Produktentwicklung und Markteinführung lassen sich durch den Einsatz der additiven Fertigung entscheidend verkürzen; anstatt mehrere Monate mit **Papierstudien** zu verbringen, kann mit Hilfe des **Rapid Prototyping** schnell Klarheit geschaffen werden, ob ein bestimmtes Design praxistauglich ist. Nach den ersten Erfolgen in der Prototypentwicklung hält die additive Fertigung, durch die mit ihr einhergehenden Vorteile, zunehmend Einzug in die Serienfertigung. Die Vorteile stellen sich wie folgt dar:

- Der **Einsatz höchst komplexe Strukturen**, die gleichzeitig extrem leicht und stabil sein können,
- Ein hohes Maß an **Designfreiheit, Funktionsoptimierung und -integration**,
- Das **Herstellen kleiner Losgrößen zu angemessenen Stückkosten** und
- Eine **starke Individualisierung von Produkten sogar in der Serienfertigung**.

Es laufen bereits erste Projekte zum Einsatz additiver Fertigung in der Raumfahrt. Ein spezieller Drucker wurde 2014 auf der Internationalen Raumstation ISS installiert.<sup>29</sup> Und ein Jahr zuvor hat die ESA den Einsatz von additiver Fertigung für den Bau des sog. „Moon Village“ untersucht.<sup>30</sup>

## Serienfertigung

Die Vorteile des 3D-Drucks in der Serienfertigung sind auch für die Raumfahrt interessant. Bei SpaceX hat man das Potential erkannt und entsprechende Unterauftragnehmer ausgewählt, um sich das nötige Know-How ins Haus zu holen. Serienfertigungsknow-how hat man sich aus anderen Branchen ins Haus geholt: Der Produktionschef für die Falcon 9 war zuvor in der BMW Group für die Produktion des Mini zuständig. Die SuperDraco Treibwerke werden mit dem 3D-Druckverfahren Direct Metal Laser Sintering (DMLS) der EOS GmbH aus Krailling bei München hergestellt.<sup>31</sup> Erste Erfolge wurden vom Chef persönlich über Twitter in die Welt verbreitet:



SpaceX SuperDraco inconel rocket chamber w regen cooling jacket emerges from EOS 3D metal printer



### Etablierung pragmatischer Standards

Additive Fertigung und andere neue Ansätze werfen die Frage auf, inwieweit diese mit den geltenden Standards (ECSS<sup>32</sup>, DIN, ISO) in der Raumfahrt kompatibel sind.

*„Sobald irgendeine Raumfahrtagentur im Spiel ist, wird man zu OldSpace aufgrund der verlangten Standards. Vielleicht sollte man über eine dedizierte NewSpace Agentur nachdenken, die nur Dienstleistungen einkauft“*

*(KMU-Interview)*

*„Auch wenn wir den Satelliten statt für 100 Millionen für 60 Millionen bauen, wird die ESA ihren Overhead von 20 Millionen sicher gleich lassen.“*

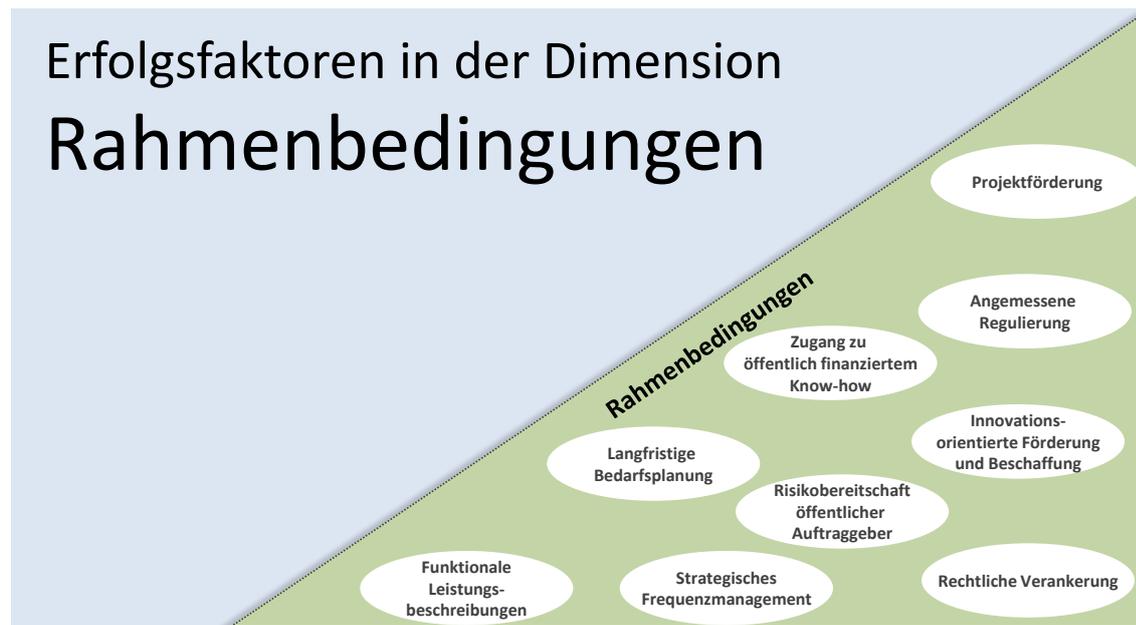
*(Interview mit einem Prime)*

Es werden immer wieder Befürchtungen laut, dass verbindliche Standards, so wie sie etwa in öffentlichen Ausschreibungs- und Vertragsbedingungen verlangt werden, gegebenenfalls den Einsatz innovativer Produktionsmethoden verhindern können. Öffentliche Auftraggeber wie z.B. ESA fordern in ihren Ausschreibungen regelmäßig die Erbringung von Nachweisen zur Einhaltung dieser Standards. Die verwendeten Vertragsbedingungen (z.B. ESA Management Requirements) machen dies bei der Projektdurchführung zur Vertragspflicht. Schon heute bemängeln viele Unternehmen, speziell die KMUs, dass die ECSS Standards zu hohe Hürden schaffen und nicht ausreichend flexibel und praxisnah sind. Soweit neue Ansätze nicht durch die anwendbaren Standards gedeckt sind, wäre es möglich, dass Firmen, die solche Ansätze verfolgen, effektiv von der öffentlichen Auftragsvergabe ausgeschlossen werden. So könnten die geltenden Standards sich im Ergebnis innovationshemmend auswirken.

### Kernaussagen zur Dimension **Technologiemanagement**

- Die Symbiose der Raumfahrt mit der IT-Branche als Technologiegeber, Prozessquelle und Marktpotential ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für NewSpace (in den USA).
- Die Nutzung von bereits in anderen Branchen kommerziell erhältlichen Komponenten ist effizienter als teure Spezialentwicklungen.
- Die Leistungs- und Adaptionfähigkeit moderner Software ermöglicht den Einsatz von nicht perfekter Hardware.
- Leistungsfähigere Computer ermöglichen das Aufkommen von KI-Algorithmen, die eine gesteigerte Autonomie erlauben - Einsparungen bei den Satellitenbetriebskosten im zweistelligen Bereich wären ohne weiteres möglich
- Die Etablierung und Nutzung pragmatischer Standards reduziert die nötige Zeit vom Papier zum Orbit in erheblichem Maße.
- Additive Fertigung (auch als 3D-Druck bezeichnet), ermöglicht durch Rapid Prototyping eine schnellere Entwicklung und in der Serie eine höhere Flexibilität, hilft Gewicht zu sparen und reduziert das Lieferantenrisiko.
- Die Miniaturisierung ist und bleibt einer der großen NewSpace-Triebkräfte, da sie Akteuren mit großen Ambitionen und mit kleiner Brieftasche ermöglicht in der Raumfahrt Fuß zu fassen und den Sektor mit Innovationen zu versorgen.

### 3.4 Rahmenbedingungen



Die Entwicklung neuer Technologien, Anwendungen und Märkte ist regelmäßig schneller als die Politik und das Recht. Dies gilt auch für NewSpace.

Veraltete rechtliche Rahmenbedingungen, aber auch ihr gänzlich Fehlen, können starke Hemmnisse für die Marktentwicklung darstellen. So verhindern fehlende Regelungen für den Einsatz im zivilen Luftraum sowie datenschutzrechtliche Bedenken bislang die Realisierung des Kommerzialisierungspotentials von UAV. Im Bereich NewSpace sind in einigen Aspekten ähnliche Entwicklungen festzustellen.

Der rechtliche Rahmen für Weltraumaktivitäten, insbesondere privater Unternehmen, ist dabei überaus komplex. Das Spektrum der einschlägigen Rechtsordnungen reicht vom Völkerrecht über das Europarecht bis zum jeweiligen nationalen Recht. Während sich spezielle Regelungen vorwiegend im Weltraumrecht (im engeren Sinne), im Telekommunikationsrecht und im Außenwirtschaftsrecht finden, haben auch zahlreiche allgemeinere Regelungsgebiete wie insbesondere das Handelsrecht, Steuerrecht, Vergaberecht, Beihilferecht oder das Urheber- und Patentrecht teilweise erhebliche Auswirkungen auf die in der Weltraumindustrie tätigen Unternehmen. Durch den zunehmenden Einsatz von Software, durch von Erdbeobachtungssatelliten stetig erzeugte Mengen an „Big Data“, und durch die Nutzung von Cloud Computing für die Speicherung und Verarbeitung von Daten werden auch Rechtsfragen des IT-Rechts, selbst eine Querschnittsmaterie, immer relevanter.

## Angemessene Regulierung

Schon seit den 80er Jahren haben die USA politisch wie rechtlich den Rahmen für die Kommerzialisierung der Raumfahrt gesetzt. Private Betreiber von Kommunikationssatelliten wurden etabliert, und so das weltweite Monopol der internationalen Satellitenorganisation Intelsat gebrochen. Im nächsten Schritt wurde die Erdbeobachtung für private Unternehmen geöffnet. Durch langfristige Dienstleistungsaufträge ermöglichen US-Behörden Unternehmen wie DigitalGlobe, das Kapital zum Aufbau und Erhalt leistungsfähiger Erdbeobachtungssysteme zu erhalten.

Mit dem Commercial Space Launch Competitiveness Act wurde Ende 2015 nun der rechtliche Rahmen für die weitere Kommerzialisierung bei Trägersystemen, Geoinformation, oder auch dem Ressourcenabbau im All gesetzt. Das strenge Exportkontrollrecht wurde geändert, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit amerikanischer Unternehmen zu stärken.

Einige europäische Länder, insbesondere die Niederlande und Belgien, haben ebenfalls gesetzgeberisch auf NewSpace reagiert, insbesondere hinsichtlich der Anpassung von Genehmigungsverfahren, Haftungsregelungen und Versicherungspflichten für Klein- und Kleinstsatelliten. In diesen Ländern waren die gesetzlichen Regelungen so formuliert, dass nur der Betrieb von (steuerbaren) Satelliten genehmigungspflichtig war. Mangels Steuerbarkeit fielen Klein- und Kleinstsatelliten nicht unter die entsprechenden Regelungen, sodass für diese eine Regelungslücke existierte.

In Ländern mit nationalen Weltraumgesetzen, unter denen auch Klein- und Kleinstsatelliten genehmigungspflichtig sind, haben sich die Regelungen zur Haftung und Pflichtversicherung als eine praktische Hürde für viele Projekte erwiesen. Die entsprechenden Regelungen wurden in der Regel im Hinblick auf große, geostationäre Satelliten entwickelt. In Frankreich müssen Lizenznehmer eine Pflichtversicherung mit einer Deckungssumme von 60 Mio. EUR für den Start und zwischen 50 und 70 Mio. EUR für den Betrieb im All abschließen, um damit ihre Haftung gegenüber Dritten und einen etwaigen Rückgriff des Staates abzusichern. Für Universitäten oder Unternehmen, welche Klein- und Kleinstsatelliten starten, stehen solche Haftungs- und Versicherungspflichten außer Verhältnis zu den Projektkosten. Alleine die Versicherungsprämien können die Gesamtkosten für das Projekt deutlich übersteigen. Einige Länder haben deshalb ihre nationalen Weltraumgesetze so formuliert, dass universitäre oder auch kommerzielle Projekte für Klein- und Kleinstsatelliten von den Haftungs- und Versicherungspflichten ausgeschlossen sind, für diese niedrigere

Haftungs- und Versicherungssummen gelten, oder aber die zuständige Genehmigungsbehörde im Einzelfall Ausnahmen erteilen kann. Derartige Ausnahmeregeln sind sicherlich sinnvoll, um universitäre Projekte oder auch neue Unternehmen, oftmals KMU, zu fördern. Auf der anderen Seite ergibt sich gerade aus der fehlenden Steuerbarkeit von Klein- und Kleinstsatelliten ein erhöhtes Schadensrisiko, für welches dann keine oder nur eine geringere Absicherung hinsichtlich der völkerrechtlichen Haftung für den zuständigen Staat besteht.

### **Strategisches Frequenzmanagement**

Für jede Art von Raumfahrtaktivitäten ist die Nutzung entsprechender Funkfrequenzen erforderlich. Das Frequenzspektrum, und zugehörige Umlaufbahnen, sind begrenzte natürliche Ressourcen; mit zunehmenden staatlichen und privaten Raumfahrtaktivitäten werden die Möglichkeiten geringer, sich für bestimmte Projekte geeignete und ausreichende Frequenzen zu sichern. Während in den für die Satellitenkommunikation über geostationäre Satelliten herkömmlich genutzten Frequenzbereichen (C-Band, Ku-Band) schon heute kaum noch neue wirtschaftlich tragfähige Nutzungsrechte erworben werden können, zeichnet sich in weiteren Frequenzbereichen, insbesondere im Ka-Band, nun durch die zahlreichen geplanten Megakonstellationen im niederen Orbit (O3B, OneWeb, SpaceX/Google etc.) ein ähnlicher Engpass ab.

Die Verwaltung des internationalen Frequenzspektrums erfolgt durch die Internationale Fernmeldeunion (ITU). Für die Nutzung von Frequenzen und Orbitpositionen gelten die Verfahren nach der ITU Vollzugsordnung Funk (Radio Regulations) im Zusammenspiel mit einer Vielzahl ergänzender Empfehlungen (Recommendations). Die Bundesnetzagentur vertritt als Verwaltung die Interessen Deutschlands in den verschiedenen Arbeitsgruppen und Konferenzen der ITU, wobei insofern eine Vorabstimmung europäischer Positionen über die Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation (CEPT) und zunehmend auch über die Europäische Union erfolgt. Die Verfahren zur Anmeldung, Koordinierung und Notifizierung von Frequenznutzungen durch Satelliten oder Satellitensysteme können nur durch die Verwaltungen der Mitgliedstaaten eingeleitet und durchgeführt werden. Nach erfolgreicher Koordinierung und mit Eintragung einer Frequenznutzung in das Hauptfrequenzregister der ITU (MIFR) erwerben diese einen völkerrechtlichen Schutz und Vorrang vor später erfolgenden Anmeldungen von Frequenznutzungen anderer Staaten (das sogenannte „First Come, First Served“ Prinzip, das nur für die ungeplanten Bänder gilt).

Mehrere amerikanische Unternehmen (SpaceX, Google, Virgin Group, OneWeb und andere) haben in der letzten Zeit Pläne für sog. Megakonstellationen aufgestellt bzw. angekündigt, und sich teilweise dahingehend zusammengetan. Entsprechende Frequenzanmeldungen wurden über verschiedene Verwaltungen bei der ITU eingereicht. Einige der geplanten Systeme bestehen aus mehreren hundert, wenn nicht sogar aus mehreren tausend Satelliten, vorwiegend für den Betrieb in niedriger Orbithöhe (LEO).

Allgemein wird erwartet, dass nur wenige der angekündigten Projekte tatsächlich realisiert werden und in den Betrieb gehen. Vieles erinnert an die 90er Jahre, in denen zahlreiche große LEO-Konstellationen, insbesondere für Mobilfunk über Satellit, geplant und begonnen wurden (Iridium, Globalstar, Teledesic). Mehrere der Unternehmen mussten sich schon bald danach teilweise aufsehenerregenden Insolvenzverfahren unterwerfen und nur wenige konnten sich in der Folge am Markt etablieren. Die schnelle weltweite Verbreitung von terrestrischem Mobilfunk erlaubte keinen wirtschaftlichen Erfolg dieser Satellitensysteme.

Die Frequenzanmeldungen für die Megakonstellationen könnten die Knappheit an den für die Satellitenkommunikation geeigneten Frequenzen deutlich verschärfen. Nach der Vollzugsordnung Funk der ITU haben Betreiber, welche über eine Verwaltung Frequenznutzungsrechte angemeldet haben, eine Frist von 7 Jahren, um die Frequenzen auch tatsächlich zu nutzen (sog. „Bringing into use“). Während dieser Zeit genießt die Anmeldung (außerhalb von geplanten Frequenzbereichen) Vorrang vor späteren Anmeldungen, sodass die entsprechenden Frequenzen effektiv für andere Betreiber blockiert sind.

### **Zugang zu öffentlich finanziertem Know-how**

Durch die für den Raumfahrtsektor typischen langen Vorlaufzeiten (für Planung, Entwicklung und Konstruktion einer Mission), wird der zu Beginn einer Missionskonzeption vorhandene Technologievorsprung oft stark minimiert. Aufgrund der erheblich größeren Dynamik von Firmen des NewSpace-Sektors, wird es jedoch möglich, die Zeiten zwischen Konzeption und Betrieb eines Satelliten sukzessive zu verringern. Dabei profitieren diese Firmen von vorangegangenen staatlichen Investitionen in die Grundlagenforschung, Konzeption und die frühe Entwicklung. Exemplarisch hierfür kann das Beispiel der von Bigelow Aerospace hergestellten Habitat-Module herangezogen werden. Statt des erprobten und durchaus bewährten Moduldesigns, wie es auch für die ISS eingesetzt wird, setzt die NASA nun auf Module,

welche erst im Weltraum auf ihre volle Größe entfaltet werden. Das Konzept beruht auf Vorarbeiten der NASA. Dieses wurde von Bigelow Aerospace weiter entwickelt und funktionstüchtige Prototypen gebaut. Die NASA unterstützt den Weg zur Marktreife ihrerseits durch passende Testmöglichkeiten und weitere Forschungsaufträge<sup>33</sup>. Mittlerweile wurde für die entfaltbare Habitat-Technologie bereits ein Vertrag geschlossen, um diese in Weltraumbedingungen unter Verwendung der ISS als Testplattform zu erproben<sup>34</sup>.

SpaceX hat vor allem in der Anfangsphase enorm vom staatlich zugesicherten Zugang zu nicht geheimen Forschungserkenntnissen und Einrichtungen profitiert.

*“I would not have been able to start SpaceX without the amazing work NASA has done in the past. Nor would SpaceX be where it is today without the help of NASA.”*

*(Elon Musk)<sup>35</sup>*

Dieses Vorgehen bringt erhebliche Vorteile. Zum einen schafft der Staat die Möglichkeit für die verbesserte Nutzung oder Vermarktung der durch Steuergelder bezahlten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse. Unternehmer erhalten Zugriff auf die bereits vorhandenen Ergebnisse und können sich ganz auf die Anwendungsseite konzentrieren.

### **Risikobereitschaft der Auftraggeber**

Wesentlich für den Erfolg innovativer und bisher unerprobter Technologien ist die Risikobereitschaft der Endkunden. Diese kann durch die besonderen Bedingungen in der Raumfahrtindustrie hervorgerufen werden. Kommerzielle Satellitenbetreiber sind sich einig, dass es dauerhaft mindestens zwei verlässliche Startmöglichkeiten zum Transport ihrer Satelliten geben muss. Durch erhebliche Probleme bei zwei von drei der etablierten Raketenanbieter (wiederholte Fehlstarts der Proton-Raketen, Fehlstarts und finanzielle Schwierigkeiten der Zenit-Raketen) war man bereit, mit Falcon 9 einer neuen Rakete eines neu gegründeten Unternehmens das Vertrauen zu schenken und damit auch ein höheres Risiko einzugehen. So hat sich SES bereits früh bereit erklärt, Satelliten mit neuen Versionen der Falcon 9 Rakete zu starten, wenn der Preis dabei stimmt. Man plant, Satelliten auch mit einer wiederverwendeten Falcon 9 Rakete zu starten, deren erste Raketenstufe nach einem Ersteinsatz zurück auf die Erdoberfläche gebracht und wieder aufbereitet wird. Damit wäre SES das erste Unternehmen, welches Satelliten mittels einer wiederverwendeten Trägerrakete in den Orbit bringt.

## **Langfristige Bedarfsplanung**

Sowohl der traditionellen Raumfahrtindustrie als auch neu gegründeten Unternehmen kommt zugute, dass öffentliche Beschaffungen meist langfristig geplant werden und somit Bedarfe und Bedarfpotentiale abzusehen sind. Prominentes Beispiel dafür ist der Betrieb der ISS und die Entscheidung der USA, den operationellen Betrieb zu verlängern, derzeit gesichert bis 2024. Dies ermöglicht den kommerziellen Anbietern für Transport von Fracht und Besatzung eine gewisse Planungssicherheit. Es führt auch zu Skalierungseffekten, da sie Raumtransporter und Komponenten in größeren Stückzahlen fertigen bzw. bestellen können und die Produktionskapazitäten eine gesicherte Mindestauslastung haben.

Ähnlich verhält es sich bereits bezüglich des Bedarfs für geostationäre Kommunikationssatelliten, deren nominelle Lebensdauer meist um die 15 Jahre beträgt. Der zukünftige Bedarf der großen Betreiber lässt sich mittels einer einfachen Bestandsaufnahme und Lebensdaueranalyse feststellen. Hersteller können sich durch Neuentwicklungen rechtzeitig auf die nächste Satellitengeneration vorbereiten.

## **Funktionale Leistungsbeschreibungen**

Da Satelliten und Raumfahrzeuge im Weltall einzigartigen Bedingungen ausgesetzt sind, ist ihre Funktionalität abhängig von speziell ausgesuchten oder gar extra entwickelten Bauteilen. In der Raumfahrt war es bisher üblich, den Auftragnehmern genaue Vorgaben hinsichtlich Konstruktion und Funktionsumfang zu machen und sie einen überaus ausgiebigen Anforderungskatalog abdecken zu lassen. Beispiele aus den USA zeigen aber, dass es konstruktiv als auch kostentechnisch Vorteile bringen kann, sich auf funktionale Anforderungsbeschreibungen zu reduzieren. Indem man lediglich die Zielsetzungen möglichst präzise festschrieb, konnten Programme wie der kommerziell organisierte Transport von Fracht zur ISS (COTS) erfolgreich initiiert werden, der Transport von Besatzung wird ebenso folgen. Wettbewerbe wie z.B. die DARPA Robotic Challenge basieren ebenfalls auf funktionalen Anforderungen.

### Kernaussagen zur Dimension **Rahmenbedingungen**

- Die Raumfahrtindustrie unterliegt einem sehr komplexen internationalen und nationalen Regulierungsrahmen. NewSpace führt in einigen Aspekten, insbesondere für Klein- und Kleinstsatelliten, zu neuem Regulierungsbedarf.
- Durch Megakonstellationen und generell die hohe Zahl an geplanten Satelliten steigt die Knappheit des nutzbaren Frequenzspektrums. Einzelnen Staaten müssen daher Nutzungsrechte für ihren eigenen Bedarf und den ihrer Industrie langfristig sichern.
- Zugang zu staatlich geförderten Forschungsergebnissen und zu staatlichen Forschungsinfrastrukturen erleichtert die Entwicklung kommerzieller Produkte und Dienste durch innovative Unternehmen
- Der Staat als Kunde muß höhere Risiken in Kauf nehmen, um neue Unternehmen mit ihren Produkten und Diensten in den Markt zu bringen.
- Langfristige Bedarfsplanung staatlicher Kunden gibt der Industrie Anreize und Investitionssicherheit.
- Funktionale Leistungserforderungen fördern die Innovation auf Unternehmensseite

## 4. EINSCHÄTZUNG DER AKTUELLEN SITUATION IN DEUTSCHLAND

---

Die Verfahren und Institutionen der deutschen Raumfahrt sind nach wie vor für die Planung und Durchführung staatlicher Raumfahrtmissionen konzipiert. Auch viele deutsche Raumfahrtunternehmen und ihre Zulieferer sind auf die Prozesse und Mechanismen in der traditionellen Raumfahrt eingerichtet. Unsere Analyse der Chancen und Erfolgsfaktoren von NewSpace hat ergeben, dass das **US-Vorbild nicht 1:1 auf Deutschland übertragbar ist**. Zu unterschiedlich ist die Ausprägung in den vier Dimensionen der Erfolgsfaktoren. Es werden aber Veränderungen vonnöten sein, um auch im NewSpace erfolgreich sein zu können und **sich mittelfristig im sich durch NewSpace verändernden traditionellen Raumfahrtgeschäft behaupten zu können**.

### 4.1 Geschäftsphilosophie: Geprägt durch Agenturgeschäft

Die Dimension „Geschäftsphilosophie“ wird für die deutsche Raumfahrt schwer zu emulieren, geschweige denn replizierbar sein. Die deutsche Raumfahrtindustrie und die Institutionen werden sich aber auf die Herangehensweise und den zu erwartenden Kostendruck durch NewSpace auch in der traditionellen Raumfahrt einrichten müssen.

*„Verglichen mit dem Gründergeist der neu in den Markt drängenden Raketenbauer in den USA wirkt Europas Raumfahrt wie ein schwerfälliger Tanker, für den alle zwei Jahre bei einem Treffen der ESA-Länder ein Konsens-Kurs gefunden werden muss.“*

*(Süddeutsche Zeitung, 28.1.2016<sup>36</sup>)*

*„Risikokultur prägen und deutsche Haushaltskultur bei der Beschaffung gleichzusetzen ist ein Widerspruch in sich.“*

*„Agenturmitarbeiter, die Karriere machen wollen, sind darauf angewiesen, dass ihre Programme kein Mißerfolg sind. Auf Industrieseite ist es kaum anders.“*

*„Firmenwachstum erfolgt über Stückzahlen und Skalierung. 7% Gewinn bei öffentlichen Aufträgen sind kein Anreiz, um günstiger zu werden.“*

*(Äußerungen von Interview-Gesprächspartnern)*

### Unternehmerische Initiative

Deutsche Raumfahrtunternehmen konnten **unternehmerische Ansätze im Agenturgeschäft** bisher nur begrenzt zeigen (Beispiel OHB/Galileo). Die deutsche Raumfahrtindustrie ist für den etablierten nationalen und europäischen Markt gut aufgestellt. Die hohen Beitragszahlungen Deutschlands an die ESA garantieren einen guten Rückfluss an Aufträgen, und auch bei Horizon2020 gibt es eine stabile Beteiligungsquote. KMUs fungieren als Zulieferer und Unterauftragnehmer der wenigen europäischen Primes (Airbus, Thales, OHB). Die notwendige Technologieentwicklung wird durch das nationale Programm gestützt.

Aufgrund der Starrheit der Raumfahrt gibt es auch **kaum branchenfremde Gründer oder Investoren**, zum Beispiel aus der IT-Industrie. Die Spezies des „Serial Entrepreneur“ ist in Deutschland (und Europa) nicht weit verbreitet. Die **Gründer** deutscher Raumfahrtunternehmen kommen oft aus dem DLR oder der Wissenschaft und sind **im traditionellen System konditioniert**. **Newcomer** werden oft belächelt und haben selten die Chance ihre Ideen zu verwirklichen **oder es fehlt der Gründergeist, aus dem System auszubrechen**.

### Visionäre Ziele

Die **deutsche Mentalität und kleinteiliges Denken erschweren „Think Big“**. Unternehmer gründen ihre Betriebe mit hoch spezialisierten Produkten oder Algorithmen, die in Forschungsprojekten oder öffentlichen Programmen entwickelt wurden. Die Produkte und Algorithmen werden dann in Folgeprojekten verfeinert. Dadurch entsteht **Exzellenz in bahnbrechenden Technologien, nicht aber in Anwendungen**. Weltweite Ambitionen und **skalierbare Geschäftsmodelle** erscheinen uns in Deutschland zu allererst **suspekt**. Statt notwendiger Inspiration und Unterstützung durch das unmittelbare Umfeld zu erfahren, muss ein Gründer gegen **mentale Windmühlen** ankämpfen.

### Hinterfragen des Status-Quo

Es herrscht eine grundsätzliche **Zufriedenheit mit dem bestehenden Agentursystem**: Die Unternehmen haben sich darin eingerichtet. Zwar wird viel geklagt, aber der Druck zur Veränderung oder zur Erschließung neuer Kunden und Märkte scheint nicht sehr groß zu sein. Umsätze und Mitarbeiterzahlen verändern sich bei vielen Unternehmen über Jahre nur wenig. Neue Produkte oder Dienstleistungen werden nur dann entwickelt, wenn hierfür Förderprojekte oder öffentliche Beschaffungen vorhanden sind. Etwaige **Ambitionen, über den Tellerrand hinauszuschauen**, werden von strengen Spezifikations- und Prozessvorgaben **erstickt**. Auch gibt es bislang noch **keinen Marktdruck durch externe „Disrupteure“** oder neue Anwender, die mit kostengünstigen Lösungen in etablierte Märkte einbrechen. Neue Ansätze werden oft erst dann verfolgt, **wenn vom marktgetriebenen Käufer und dem Wettbewerb verlangt**.

### Kostenorientierung

Das heutige staatliche Beschaffungssystem mit festgelegten Gewinnmargen bietet **keinen Anreiz für Kostenoptimierung**, da im Geo-Return-System die Beträge von vorneherein verplant werden. Der Hang zu deutscher **Ingenieursperfektion und 100% Compliance** treibt Kosten und Organisationsstrukturen. Der für NewSpace notwendige **Pragmatismus ist selten** vorzufinden, oftmals wegen fehlender Risikokultur angesichts der Finanzierung aus Steuermitteln.

Beste Mitarbeiter und innovative HR-Methoden

Derzeit verfügt Deutschland **noch über günstiges Personal** im internationalen Vergleich. Während der Rezession fanden viele Raumfahrtspezialisten aus Südeuropa eine Stelle in Deutschland. Der demographisch bedingte Ingenieursmangel wird die Raumfahrt jedoch noch einholen. Personalmanagementmethoden à la Silicon Valley werden in Deutschland nicht in dem Maße anwendbar sein. Die **etablierten Strukturen behindern einen schnellen Wandel** zu NewSpace. Die deutsche NewSpace/Raumfahrt wird sich **im internationalen Personalwettbewerb behaupten** müssen, und ein attraktives Umfeld für ambitionierte Absolventen und Young Professionals der „Generation Y“ anzubieten. Die Ausbildung **deutscher Raumfahrtingenieure ist teilweise veraltet**. Die Schwerpunkte liegen zu sehr auf Mechanik, IT und Elektronik wären angesagt.

Standort attraktiv für Schlüsselpersonal

Mit Berlin, München und Bremen verfügt Deutschland über **grundsätzlich attraktive Standorte** mit kritischer Masse an traditionellen Raumfahrtaktivitäten. Obwohl sie als attraktive Städte gelten, bieten sie doch **weniger lokale Jobalternativen** als US-Innovationszentren. Die deutschen Magneten für Start-ups, Berlin und München, sind in der IT- und Internetgründerszene, jedoch **noch nicht zu sehr für NewSpace-Gründungen bekannt**. Vor Ort ansässige Forschungseinrichtungen liefern relevanten Nachwuchs, aber sicher nicht mit der Anziehungskraft für Ausländer wie das Silicon Valley. Mit „Disrupt Space“ adressiert Bremen aktiv die NewSpace Community.

Skalierbares Modell sucht technische Lösung

Während die NewSpace Wettbewerber die Raumfahrt für ihre Geschäftsambitionen einspannen ist Deutschland von diesem Ideal noch weit entfernt. **Technologie wird nicht unter Vermarktungsgesichtspunkten** entwickelt. Das Vermarktungsmodell heißt: **„Spitzentechnologie Made in Germany“ bietet sich an**. Perfektion hat seinen Preis. **Markt- und Anwendungsorientierung steht meist hinten an**. Trotz erfolgreicher Internetgeschäfte auf SaaS, e-Commerce gibt es in Deutschland kaum **datengetriebene, raumgestützte Geschäftsmodelle**.

Produkt und  
Dienstleistung im  
Fokus

Deutschland bietet **keinen Heimatmarkt für neue satellitenbasierte Dienstleistungen** in der Kommunikation, denn die Breitbandambitionen in Deutschland gehen bislang nicht über Kabel und terrestrisch hinaus. Wenn steuerfinanziertes Datenrohmaterial verschenkt wird wie im Fall Copernicus, reduziert das Innovationspotential auf Geschäftsmodelle zur Datenbereitstellung und -nutzung. Gerade hier greifen deutsche Unternehmer mit NewSpace Ambitionen zu kurz: Sie fokussieren sich **selten konsequent auf neue Märkte und Kunden**: „Es gibt viele kleinere *und mittlere Unternehmen, die interessante Technologien und Produkte anbieten. Jedoch fehlt der Blick auf anwendungsorientierte und datengetriebene Geschäftsmodelle*“ (Matthias Spott, eightyLEO).

Eigenfertigung  
Kritischer /disruptiver  
Technologien

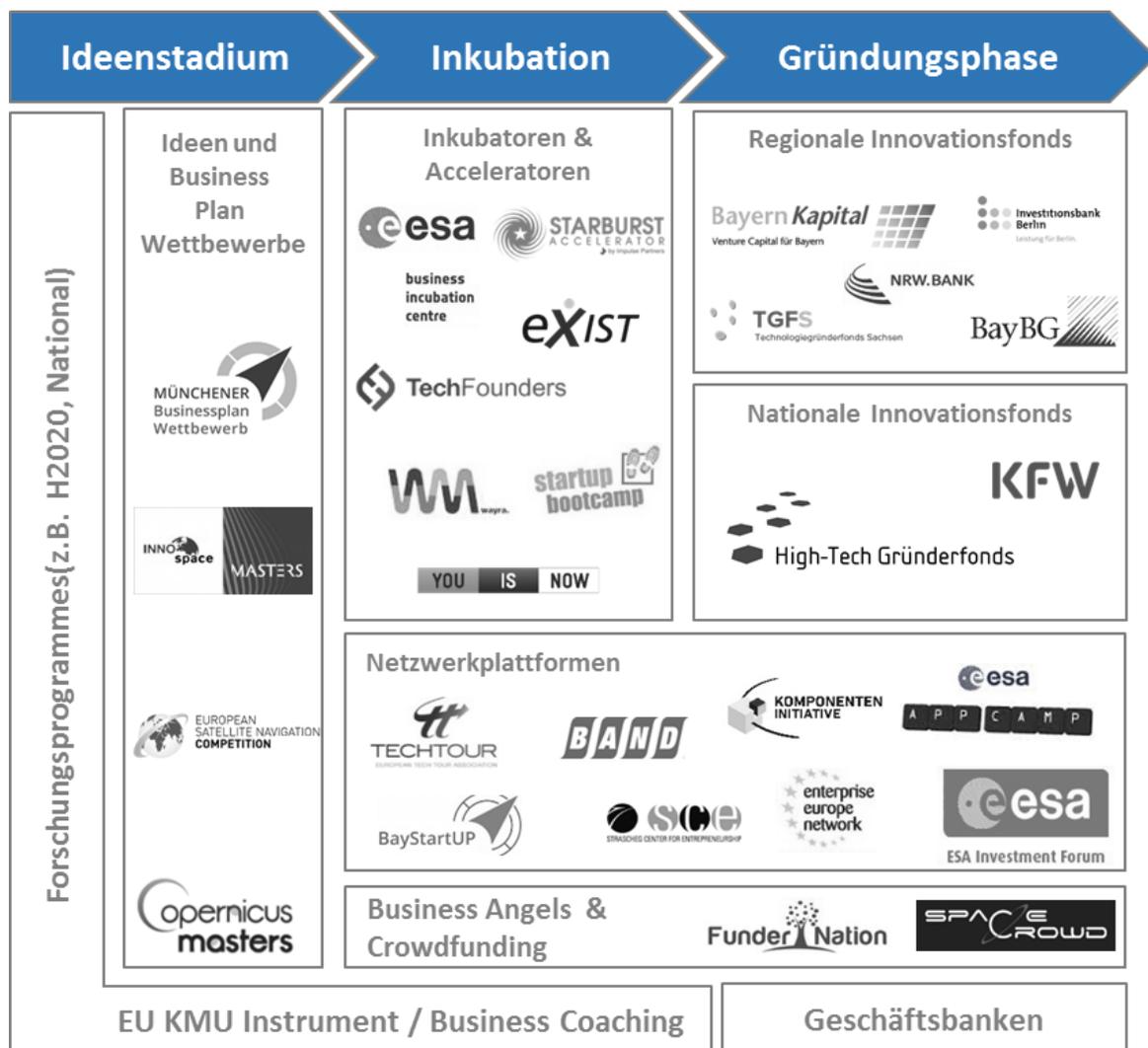
Eine marktorientierte **„Make-or-Buy“ Philosophie ist nicht sehr verbreitet**. Oftmals wird das **„Rad neu erfunden“**, weil die zur Auslastung bestehender Entwicklungsressourcen eine naheliegende „Buy“-Lösung erzwingt. Gepaart mit hoher Risikoaversion werden die Konzentration auf differenzierende Fähigkeiten und günstige Lösungen verhindert. Hier könnte die deutsche Raumfahrt von anderen Industriebranchen lernen die stärker im Wettbewerbsdruck stehen. IT-erprobte Entwicklungs- und Managementmethoden (Stichwort „Digitalisierung“) haben noch keinen Einzug in die Raumfahrt gehalten.

Symbiose der  
Ökosysteme von IT  
und Raumfahrt

Obwohl im gleichen Ballungsraum, sind in deutschen Start-up-Hotspots Raumfahrt und IT noch Parallelwelten. Es **fehlt an systematischer Vernetzung mit der IT und Internetwirtschaft** – vor allem in der Entwicklungsphilosophie und Unternehmereinstellung. Während US-NewSpace Firmen mit Technologieführern um **Softwareentwickler** wettweifern, sind diese in der deutschen Raumfahrt noch **kaum zu finden**. Wer im NewSpace Innovationssprünge mittels Softwareeinsatz, -modulation und Softwareproduktionsverfahren machen möchte, muss hier nachlegen und Fähigkeiten entwickeln.

## 4.2 Finanzierung: Kaum Risiko- und Wachstumskapital

Der schnelle Erfolg von NewSpace in den USA resultiert aus der Kombination von vermögenden Unternehmerpersönlichkeiten mit gut vernetzten Risikokapitalgebern, und wird gestützt durch eine auf Kommerzialisierung ausgerichtete Weltraumpolitik und durch den enormen Bedarf von Militär und Sicherheitsbehörden an Raumfahrtssystemen und -diensten.



Deutschland verfügt über ein **gut ausgebautes Frühphasen-Unterstützungssystem für die ersten unternehmerischen Schritte im NewSpace**. So helfen beispielsweise EXIST Gründerstipendien jungen Forschern beim Einstieg ins Unternehmertum. Businessplanwettbewerbe integrieren Unternehmer in ein Gründerökosystem. NewSpace Innovationsmanagement „Made in Germany“ wird mit dem European Satellite Navigation Challenge und dem Copernicus Masters bereits nach ganz Europa und andere Erdteile exportiert.

Der Gewinn des Copernicus Masters hat der heutigen NewSpace Ikone UrTheCast sicher nicht geschadet, als es im Jahr darauf in eine 4,5 Mio. USD Finanzierungsrunde ging (Siehe Anhang 6). Der INNOspace Masters Ideenwettbewerb „Satellite 4.0“ des DLR-Raumfahrtmanagements will in diesem Sinne nun gezielt branchenübergreifende Lösungen inspirieren.

Solche Wettbewerbe beliefern ESA Inkubationszentren (ESA-BICs) mit neuen Gründern. Dort können NewSpace Unternehmen ihr Geschäftsmodell erarbeiten oder schärfen. *„Dank des ESA BIC Programms konnten wir die Umsetzung unseres Vorhabens erheblich beschleunigen und dabei viele wertvolle Kontakte knüpfen“<sup>37</sup>* (Dr. Oliver Trinchera, Gründer von KINEXON). Weiterhin bringen oft thematisch angelegte Netzwerkveranstaltungen, Business Angel- und Crowd-Investmentplattformen Geschäftsideen und mögliche Finanzpartner zusammen.

Deutschland steigt international als Startup-Standort auf und profitiert zunehmend auch von ausländischem Risikokapital (siehe Abbildung 28: Deutsche Startup Hotspots und NewSpace relevante VC Transaktionen). **Die NewSpace-Investmentwelle hat Deutschland/Europa allerdings noch nicht erreicht.** Europäische Nachbarstaaten versuchen, dafür die Grundlagen zu legen: Großbritannien will mit dem neuen Seraphim Space Fund, einem mehrheitlich durch die staatliche British Business Bank ausgestatteten Frühphasenfonds, Risikokapitalinvestitionen in Raumfahrtstartups mit Großbritannienbezug fördern. Im Umfeld des sich schnell internationalisierenden Starburst Accelerators aus Frankreich wird laut über die Gründung eines Aerospace Fonds nachgedacht. Die Schweiz bietet um das noch zu gründende ESA-BIC Switzerland ein neuartiges Finanzierungsmodell mit PPP-Charakter an: Startups sollen bis zu 500.000 EUR als Startkapital bekommen, davon 200.000 EUR aus ESA-Mitteln.

Auch Unternehmer in Deutschland wollen das Potential nutzen und die Finanzierungskette weiter vervollständigen: Ein international ausgerichteter spezialisierter Venture-Capital-Fonds mit Sitz in Deutschland ist derzeit im Aufbau. Der einstige Pionier Triangle Venture Group diversifiziert mit der Plattform „FunderNation“ ins Crowdfunding. Demnächst startet in München die „SpaceCrowd“.

Im Bereich Vernetzung liefern europäische Nachbarländer mögliche Vorbilder: Das britische Satellite Finance Network organisiert Informationsveranstaltungen, in denen Investoren aus in der Londoner City mit dem Thema vertraut gemacht werden. Mit seinem Finanzworkshop hat das DLR-Raumfahrtmanagement im März 2016 erste Schritte in diese Richtung unternommen.

**Agenturaufträge erlauben kaum Gewinne als Basis für Investitionsrücklagen.** Es gibt in Deutschland kaum Raumfahrtunternehmer, die aus den Gewinnen aus der Vergangenheit Rücklagen schaffen konnten, um signifikant in NewSpace zu investieren. **Organisches Wachstum** ist nur bis zu einem bestimmten Grad möglich und in einem globalen Wettbewerb oftmals **viel zu langsam, um kompetitiv zu sein.**

Weil sie nicht aus dem „Tal des Todes“ herausfinden, versanden bei vielen NewSpace Aspiranten und vor allem Neu-Unternehmern die Ambitionen. Einige Start-ups versuchen mit Projektförderung voranzukommen, und verwenden ihre unternehmerische Energie auf das Erlernen der Förderbürokratie; andere ziehen die Rückfahrkarte ins Angestelltenwesen am Forschungsinstitut.

Es gibt in Deutschland einige erfolgreiche Serienunternehmer, auch aus der IT-Wirtschaft, allerdings scheinen vermögende **Unternehmer/Investoren die Raumfahrt** noch nicht entdeckt zu haben und investieren lieber innerhalb ihrer Branche oder gar in risikoärmere Anlageformen. Aber es gibt erfreuliche Ausnahmen:



**Fallbeispiel:** Das Startup **Orbital Express** (DE, UK; DK) positioniert sich als unabhängiger europäischer Startanbieter für Payloads bis zu 150kg. Mit dem Track Record eines Serial Entrepreneurs, dessen frühere Unternehmensgründungen (Radioplan, SwissQual, Arctix) erfolgreiche Exits erfahren haben, konnte der Raumfahrtneuling und CEO Chris Larmour innerhalb von Monaten eine Frühphasenfinanzierung durch Business-Angels erreichen. Darüber hinaus gewährte das Vereinte Königreich eine F&E Förderung für ein neuartiges Tankbefüllungssystem und Industriepartner sagten Sachleistungen zu.

Die **Risikokapitalkultur** ist in Deutschland **bekanntermaßen nicht ausgeprägt**. Die vermeintliche Langfristigkeit und Unsicherheit der Ertragspotentiale im traditionellen Raumfahrtgeschäft hat Investoren abgeschreckt, oft mit Recht, denn mit seinen Zeitskalen und absehbarer Marktgröße waren Raumfahrtthemen bislang selten für „normales“ Risikokapital geeignet. Trotz eines im internationalen Vergleich **gut ausgebildeten Frühphasen-Unterstützungssystems** das vielversprechenden „Dealflow“ hervorbringt, haben Start-up Unternehmer große Probleme, das nötige Kapital für die Gründung und den Aufbau ihres Unternehmens zu bekommen.

Einige potentiell skalierbare Start-ups schaffen es, Eigenkapital von Business Angels oder eine Seed-Finanzierung auf Landes- oder Bundesebene einzuwerben (BayernKapital, NRWBank, HighTech-Gründerfonds und andere). Es sind aber doch **meist hochskalierbare Software-Geschäftsmodelle**, die es durch den Filter dieser generalistisch angelegten Frühphasen-Finanziers schaffen. Unternehmen mit physischen Produktelementen im Geschäftsmodell tun sich tendenziell schwerer. Diejenigen, die einen komplexen Geschäftskunden (B2B) - oder gar (halb-)staatlichen Zielmarkt adressieren, fallen meist durchs Raster.

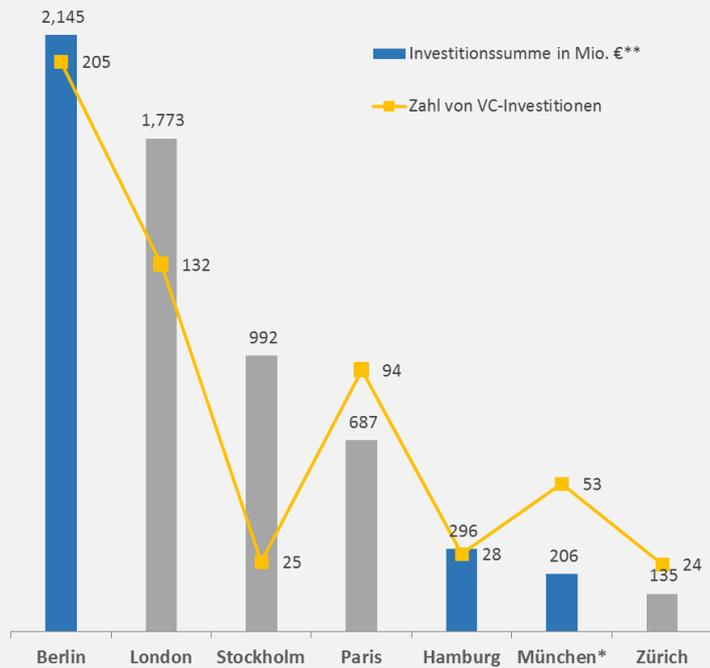
Die für die Anschlußfinanzierung benötigten privaten **Venture Capital Investoren sind weder mit Space noch NewSpace vertraut**. Ähnlich wie die Kollegen aus dem Ausland konzentrieren sie ihre Suche nach Software- und Internetperlen, und fokussieren sich auf die Gründer-Hotspot-Städte. Mangels raumfahrtaffiner Risikokapitalinvestoren und greifbarer Erfolgsbeispiele á la Skybox, **fehlt das Verständnis für die Attraktivität** von NewSpace Investments und die Multiplikation zu Risikokapitalinvestoren im In- und Ausland. Es gibt in Deutschland **keine lückenlose Finanzierungskette, die von der Gründung bis hin zum möglichen Markterfolg** reicht.

Die wachsende Attraktivität des Gründerstandorts Deutschland für Venture Capital ist unbestritten: Berlin, Hamburg und München zählen zu den europäischen Spitzenhotspots, immer mehr ausländische VC Gesellschaften öffnen in Deutschland Dependancen.

**Risikokapitalinvestitionen 2015 – dargestellt sind die Städte mit den meisten Finanzierungsrunden**

- Dank eines massiven Anstiegs der Risikokapitalinvestitionen konnte Berlin seinen Spitzenplatz aus dem Vorjahr gegenüber London auf Rang 2 sogar ausbauen.
- Mit Hamburg und München können sich zwei weitere deutsche Städte unter den europäischen Top 6 platzieren.

Quelle: EY Research, Thomson One – kein Anspruch auf Vollständigkeit  
 \*einschliesslich Nachbargemeinden  
 \*\*nur veröffentlichte Investitionssummen; z.B. London und Paris: 89% bzw. 86% aller Transaktionen, Berlin: 70% aller Transaktionen



Generalistisch angelegte Tech-VCs investieren bisweilen auch in Technologieunternehmen, aber aus der Informationstechnologiecke kommen und eher zufällig einen NewSpace Themenbezug haben:

- **Trecker.com** (Berlin): Software as a Service (SaaS) für Landwirtschaft  
2,2 Mio EUR (TargetPartners)
- **DeDrone** (Kassel), Drohnerdetektion über Smartphone,  
2,9 Mio EUR (TargetPartners)
- **CartoDB** (NewYork, vorher Berlin): Location Intelligence & Visualisierung,  
32 Mio EUR (Earlybird und andere in 2 Runden)
- **NAVVIS** (München): 3D Indoor-Kartierung und Navigation,  
7,5 Mio EUR (TargetPartners, BayBG, MIC AG, u.a.)

Die Münchner VC Gesellschaft TargetPartners hat v.a. durch ihren Finanzierungserfolg von Gate5 (später Nokia, heute HERE) positive Erfahrungen im Sektor gesammelt und engagiert sich häufiger in „Geoinformation“ im weiteren Sinne.

**Abbildung 28: Deutsche Startup Hotspots und NewSpace relevante VC Transaktionen**

### Ankerkunden

Startups erzielen meist ihren Durchbruch, wenn der „Market Proof of Concept“ wenn der erste zahlende (Anker-)Kunde sein Vertrauen schenkt. Dadurch wird zumindest eine erste Rohform des Geschäftsmodells bestätigt, Frühphaseninvestoren sehen sich bestätigt und weitere Investoren bekunden Interesse. Ankerkunden können private Unternehmen oder staatliche Vorhaben sein. Aktuell gibt es in Deutschland **keine NewSpace Großprojekte oder Ambitionen**, und selbst wenn, dann hätten Startups hohe Anforderungshürden zu meistern. Es gibt derzeit auch **keinen gebündelten oder strategischen Bedarf** mit Langfristperspektive. Erste Ansätze dahingehend, z.B. für Programme für Paketkäufe von Raketenstarts, sind derzeit nur für Universitäten und Forschungseinrichtungen offen (EU-QB50 CubeSat).

### Vorauszahlungen/ Reservierungen

In der europäischen Raumfahrt ist das Instrument der Anschubfinanzierung durch **Vorauszahlungen noch nicht etabliert**. In der oftmals institutionellen Raumfahrt ist zudem dieses **Konzept behördenseitig nicht abbildbar**, denn oft ist ein Technologiebeweis nötig. Das Beispiel SES/SpaceX zeigt jedoch, dass auch kommerzielle Anbieter in Europe grundsätzlich für solche Experimente offen sind.

### Anreizwettbewerbe

Anreizwettbewerbe mit Millionenprämien gibt es bislang weder in Deutschland noch in Europa. Deutschland ist beim Google Lunar XPRIZE mit dem Team „Part-Time Scientists“ und ihrem Audi Lunar Quattro im Starterfeld. Zusätzlich soll Robotik-Technologie des DLR im Gepäck eines amerikanischen Wettbewerbsteams per Anhalter ins All fliegen.<sup>38</sup> Das Instrument der **Anreizwettbewerbe** (vgl. DARPA, X-Prize) wird **bisher in Europa noch nicht gelebt**. Erste Ansätze liefert der 2015 bereits zum zweiten Mal vom DLR-Raumfahrtmanagement durchgeführte SpaceBot-Cup<sup>39</sup>. Auf EU-Ebene wurde das Potential erkannt: solche Mechanismen mit Millionenprämie sind **in H2020 SPACE vorgesehen**.

## Kreditfinanzierung

Bereits teilfinanzierte, produktnahe Entwicklungen haben einen hohen Eigenkapitalbedarf. Für deutsche Banken war und ist die Raumfahrt per se zu risikoreich und exotisch. Es gibt nur eingeschränkten Handlungsspielraum im **engen Korsett der Kreditgeber**. Die langen Entwicklungs- und Projektzyklen und frühe Renditeerwartungen der Banken passen oft nicht zusammen. Wie das Beispiel RapidEye gezeigt hat, fehlt es den Banken oft an einer langfristigen Perspektive. Beim Finanzierungsworkshop der DLR Komponenteninitiative im März 2016 wurde deutlich, dass verfügbare, zinsverbilligende **Garantieinstrumente seitens KfW und EIB noch nicht genutzt** werden. Oftmals fehlt es am Verständnis der Hausbanken.

**Kredite für Jungunternehmen sind** wegen fehlender Sicherheiten **oft schwierig** umzusetzen. Die in der Inkubationsphase proaktiv angebotenen Darlehen lokaler ESA-BIC Finanzpartner werden in der Praxis nur gelegentlich genutzt, da die Gründer das Limit ihrer persönlichen Kreditwürdigkeit oft schon ausgereizt haben.

## Exportkredite und -garantien

Während in den USA, aber auch in Frankreich, die öffentlichen Förderbanken den Export von Satelliten oder Bodensystemen durch Kredite und Garantien stützen, ist dies **in Deutschland (bisher) nicht der Fall**. In Deutschland gibt es lediglich das Konzept der Exportkreditgarantien des Bundes (sog. "Hermesdeckungen"). Diese versichern lediglich den Kreditausfall, bieten aber kein Kapital an sich.

Anders als in anderen Branchen, insbesondere auch im Verteidigungssektor, werden **Exportprojekte der Raumfahrt auch kaum politisch flankiert**.

### Projektförderung

Projektförderung schließt sich bei vielen NewSpace Themen aus, da **lediglich Technologie-, selten aber Anwendungsentwicklung** gefördert wird. Auch ist der Zukauf von Standardbauteilen (COTS) meist vom Förderungsrahmen ausgenommen und resultiert in aufwändigen Neuentwicklungen. Die Förder- und Vergabebedingungen erfordern einen **hohen administrativen Aufwand in Vergleich zum Förderbetrag**, der durch Start-ups kaum geleistet werden kann. Anforderungen zur wirtschaftlichen und technischen Leistungsfähigkeit (Mindestumsätze, Nachweis früherer Projekte, fehlende „Heritage“ etc.) können neue Unternehmen von der erfolgreichen Teilnahme an öffentlichen Beschaffungen ausschließen. Von daher ist das heutige System aus ESA-Georeturn, nationalem Programm und Forschungsförderung in sich relativ geschlossen und erschwert den Zugang für neue Unternehmen. Das System **unterstützt etablierte Spieler, nicht aber Newcomer** – schon gar nicht solche, die das Thema Raumfahrt aus Anwendersicht entdecken.

### Steuererleichterungen

In einigen Regionen (z.B. Isle of Man) gibt es Steuererleichterungen für neue Unternehmen der Raumfahrt. In Deutschland sind **keine Instrumente der Steuererleichterung** erkennbar. Auch ein Steuerabzug für R&D Leistungen nach amerikanischem Muster wird im deutschen Kontext kaum für einen einzelnen Industriesektor zu ermöglichen sein.

### 4.3 Technologiemanagement: Raumfahrt als Selbstzweck

Bei NewSpace geht es nicht so sehr um die Entwicklung neuer Technologien, sondern vielmehr um die **konsequente Umsetzung von Geschäftsmodellen und Herangehensweisen des IKT-Sektors**, („patching and releasing“), die **Nutzung von bewährten Produkten** aus anderen Technologiebereichen („Spin-in“) und eine **Fokussierung auf Marktchancen** („surfing the trend wave“), um existierende und entstehende Märkte (v.a. SatApps) zu bedienen.

In Europa und **in Deutschland fehlen global agierende IT-Unternehmen** wie Google oder Amazon. Immerhin engagiert sich die Deutsche Telekom zunehmend in der Raumfahrt, zum Beispiel im Rahmen von Rechenzentren, Cloud Computing oder Kommunikationsnetzwerken. Auch SAP beginnt sich für die Raumfahrt zu interessieren und ist dabei, eine entsprechende Kooperationsvereinbarung mit der ESA zu schließen.

Es gibt ein **hohes Synergiepotential mit anderen Branchen**, in denen Deutschland weltweit führend ist. Aus dem **Maschinenbau** kann das Know-how zur Serienfertigung oder zum Einsatz neuer Produktionsmethoden wie dem 3-D Druck übernommen werden. Aus der **Automobilbranche** können Standards zur Qualitätssicherung und auch Technologien z.B. bei Brennstoffzellen für die Raumfahrt nutzbar gemacht werden. Gleichzeitig wird die Automobilbranche für selbstfahrende Autos zu einem Kunden für Raumfahrtendienste (Kommunikation, Navigation, Geoinformation). Das F&E Investitionsvolumen der weltweiten Automobilwirtschaft übersteigt das des L&R / Verteidigungssektors um das vier- bis fünffache<sup>40</sup>.

Daraus lassen sich zwei Dinge ableiten; a) dass der **Automobilsektor in den kommenden Jahren ein Innovationstreiber** bleiben wird und b) dass aber der Technologiestrom zwischen der Raumfahrt und dem Automobilindustrie verstärkt in Richtung Spin-in statt Spin-off gehen wird – ganz einfach, weil das höhere F&E-Budget im Automobilsektor für ein Mehr an Innovationen sorgen wird. Die deutsche Industrie mit ihrer starken Automobilbranche hat eine gute Chance, sich über diesen Technologiestrom und die konsequente Anwendung innovativer Konzepte, ein nachhaltiges Standbein in der Raumfahrt zu sichern – auch oder sogar speziell im Bereich NewSpace.

Die NewSpace-Erfolgsfaktoren im Technologiemanagement im Einzelnen:

Spin-in von  
Komponenten aus  
anderen Industrien

Nicht nur die Erde wird immer mehr zum globalen Dorf, auch die Industrie wird – nicht zuletzt durch die IKT – immer stärker miteinander vernetzt. Fortschritte in der Elektronik und/oder der Software können sich damit in vielfältiger Weise im Maschinenbau, der Materialwissenschaft, chemischen Industrie, etc. auswirken – also in Bereichen die ursächlich gar nicht im direkten Zusammenhang mit der Elektronik oder Software stehen. Diese Vernetzung ermöglicht naturgemäß einen stärkeren Austausch von Technologien. Es ist festzuhalten, dass der Weltraumsektor bis dato noch sehr konservativ agiert, sodass das **Spin-in Synergiepotential aus anderen Industrien nur unzureichend genutzt** wird – stattdessen werden immer wieder Technologien entwickelt, die es schon in anderen Sparten gibt und die eigentlich „nur“ adaptiert werden müssten. Eine ähnliche Chance – wenn sie denn wahrgenommen wird - bietet sich durch die **zunehmende COTS-Nutzung u.a. im Bereich der Elektronik**. Bei konsequenter Anwendung derselben würden sich Wettbewerbsvorteile durch die Anwendung der neuesten Elektronikbauteile ergeben.

Prozess Spin-ins

Klassische Weltraumprojekte zeichnen sich v.a. durch Einzelstücke mit sehr hohen Qualitätsmerkmalen aus – dies erhöht zwar einerseits die Erfolgsaussichten andererseits aber auch die Kosten in enormen Maße. Während dieser Ansatz für eine Wissenschaftsmission à la Rosetta adäquat erscheint, so ist die Sinnhaftigkeit zu hinterfragen, wenn es um eine Satellitenkonstellation à la Planet Labs, Spire, o.ä. geht. Diese NewSpace Projekte sind aus Wettbewerbsgründen auf geringe Kosten fokussiert und versuchen, diese durch Skaleneffekte und Serienfertigung zu erreichen. Der Umstand, dass es **bisher kaum (Klein-)Seriengerechte Produktentwicklungen gibt**, schmälert die Wettbewerbsfähigkeit, ebenso wie die Beobachtung dass es ein **hohes Potential zum Lernen von anderen Industriesektoren gibt**, das aber außer Acht gelassen wird. Andere Akteure zeigen vor wie dies funktionieren kann, so sind z.B. **3D-Druck-Technologien aus Deutschland bei US NewSpace Firmen im Einsatz**.

SW Konfiguration  
statt perfekter HW

Das Mooresche Gesetz ermöglicht die fortgesetzte Miniaturisierung und die steigende Rechenleistung von elektronischen Bauteilen – welche der beiden Entwicklungsachsen in einem technischen System ein- bzw. umgesetzt wird liegt alleine beim Systemingenieur. Wählt er den ersten Ansatz so kann er ein System so klein machen, dass es in einem Mobiltelefon oder einem noch kleineren Formfaktor passt. Im zweiten Fall kann er z.B. die gesteigerte Rechenleistung dazu einsetzen, um komplexe Rechenprozesse nicht mehr durch diskrete Elektronikbauteile, sondern durch eine Software berechnen zu lassen. Dies ermöglicht eine gesteigerte Flexibilität, speziell in Punkto Anpassung und Verbesserung. Während diese Methodik in der Unterhaltungselektronik schon gang und gäbe ist, so zeigen sich erst in letzter Zeit erste Ansätze in der Raumfahrt, Hardware durch Software zu ersetzen (z.B. Software Defined Radio). Generell ist festzuhalten, dass die **Raumfahrt noch immer sehr Hardware-getrieben** ist. Der Transfer zu einem Mehr an Software ist aber unabdingbar will man eine höhere Flexibilität erreichen und das sich ergebende **Potential durch die Erforschung der künstlichen Intelligenz** nicht verpassen.

Software  
Plattform-Konzepte

Wenn SpaceX und Co. statt perfekter Hardware auf die konsequente Anwendung von cleverer Software setzen, um eine nicht so perfekte, aber dafür aber viel günstiger produzierte, Hardware zu überwachen, so zeigen sie damit, was man mit der konsequenten Umsetzung von Software Plattform-Konzepten erreichen kann. Mit einer starken IT-Industrie im Silicon Valley ist nicht weiter verwunderlich, dass die **Konzepte von NewSpace durch die dominierende US IT-Industrie geprägt** sind. Aus deutscher bzw. europäischer Sicht muss dies als unmißverständliches Warnsignal verstanden werden, da die US-Dominanz im Zusammenhang mit dem zuvor angeführten Erfolgsfaktor „SW Konfiguration statt perfekter HW“ durch **die fehlende agile IT-Plattform- und Netzwerkphilosophie** die Raumfahrt gefährdet, da die **Daten/Informationshoheit anderen überlassen** wird. Auch ist zu bedenken, dass die generellen Software Plattform-Konzepte auch eine Strahlwirkung für andere Industrien haben – in diesem Zusammenhang gilt, dass die **Ambitionen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 konsequent umgesetzt werden müssen**, um im zukünftig zu erwartenden Wettbewerb bestehen zu können.

## Miniaturisierung

Die vom Moorschen Gesetz befeuerte Miniaturisierung hat sich in letzter Zeit aus einem ursprünglichen IT- in einen breiten industriellen Trend weiterentwickelt. Heutzutage wird die **Miniaturisierung** im Bereich der Forschung und Entwicklung ganzheitlich verfolgt und, **über IT hinausgehend, auch in anderen Industrien** erfolgreich eingesetzt (z.B. mechatronische Sensorik). In der Weltraumfahrt war die Miniaturisierung schon immer essentiell – in letzter Zeit hat sie mit der zunehmenden Verbreitung des CubeSat-Standards ebenfalls an industrieller Bedeutung gewonnen. Dieser Trend wird sich – nicht zuletzt durch den Aufbau und den Betrieb ganzer CubeSat-Konstellationen – weiter fortsetzen. Dabei wird es nicht mehr nur um einzelne Komponenten, sondern um ganze Systeme und Architekturen gehen, welche als Innovationstreiber fungieren werden. Der Umstand, dass in **Deutschland bis dato kein einziges Ankeranwendungsvorhaben** realisiert worden ist, behindert die mögliche innovative Rolle der deutschen Industrie und **reduziert die Rolle in der Raumfahrt auf den Komponentenexport**.

## Automatisierung

Steuerungs- und Regelungstechnik ist heutzutage ein Muß in der Elektronikindustrie. Die Synchronisation mittels Zeitsignalen, das Einrasten auf bestimmte Übertragungsfrequenzen, die Verstärkung und die Verarbeitung von Signalen wären ohne clevere Algorithmen nicht möglich. Mit der steigenden Rechenleistung von elektronischen Bauteilen und der leichteren Verfügbarkeit von Mikroprozessoren wird es zu einem weiteren Voranschreiten der Automatisierung kommen. Über kurz oder lang werden Systeme selbstständig Fehleranalysen durchführen, ihren Betriebsmitteleinsatz optimieren bzw. ihr Zusammenwirken mit anderen Systemen regeln. Der Innovationstreiber in diesem Bereich ist nicht der Weltraum, sondern v.a. die Automobilindustrie, der Luftfahrtsektor und die IKT-Branche. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen kommen sich selbst-regelnde Systeme - durch **Algorithmen und künstliche Intelligenz - (noch) nicht konsequent bei NewSpace zur Anwendung**, so wird z.B. das **Automatisierungspotential in Fertigung und Betrieb noch nicht genutzt**.

Klassische Weltraumprojekte sehen ein Projektmanagement analog zum ECSS-Phasenmodell vor, bei dem das Projekt in sequentieller Weise von den ersten Studien, über das Design, zum Bau und den Tests bis zum Start und dem Betrieb übergeführt wird. Diese Methodik minimiert zwar die Risiken, sie ist aber gleichzeitig sehr zeitaufwändig und teuer und nicht industrienah. Durch die Integration einer Concurrent Design Facility (CDF) lässt sich zwar die Studienphase verkürzen, doch die Problematik einer industrienahen Fertigung kann damit auch nicht sichergestellt werden. Generell bleibt festzuhalten, dass in der Raumfahrt das **Potential durch das Produktions-Know-how im F&E-Prozess noch nicht ausreichend genutzt** wird. Schlagworte dafür sind: **Manufacturability und Quality by Design, Lean Six Sigma, Prozesstreue, etc.** Jene Firmen, welche diese Methoden als erstes in der Raumfahrt anwenden können, werden durch die damit einhergehenden Skaleneffekte einen Wettbewerbsvorteil erlangen. Dies wird speziell durch die Beschleunigung der Entwicklung und die Vorteilhaftigkeit im Hinblick auf eine seriennahe Fertigung geschehen.

## Serienfertigung

Der Bau und Betrieb von 100 oder mehr identischer Satelliten kommt mit anderen Anforderungen einher, als die Konstruktion eines Einzelstücks. Gleichzeitig ergeben sich auch andere wirtschaftliche Möglichkeiten da die Kosten um ein Vielfaches reduziert werden können. Als Paradebeispiel in Europa mag die Cluster-Mission der ESA dienen. Aufgrund des Versagens der Ariane 501 gingen die ersten 4 Satelliten verloren. Da die Mission allerdings aus wissenschaftlicher Hinsicht so essentiell war, entschloss man sich einen zweiten Anlauf zu wagen. Man baute nochmals vier Satelliten – diese kosteten weit weniger als die Hälfte der ursprünglichen vier (154<sup>41</sup> M€ vs. 480<sup>42</sup> M€). Berücksichtigt man, dass diese Satelliten nicht in Serienfertigung produziert wurden, so wird klar wie groß das Einsparungspotential von seriengefertigten Systemen sein kann. Während die amerikanischen NewSpace-Firmen das Potential erkannt haben und sogar Produktionsexperten aus der deutschen Automobilindustrie zum Aufbau von seriennahen Produktionsfähigkeiten eingestellt haben, sind in **Deutschland** die Produktionsfähigkeiten noch **weitgehend auf Einzelfertigung ausgerichtet. Modulbauweise und Standardisierung kommen kaum zur Anwendung, und das Potential zur Testreduzierung durch Qualität im Prozess und auch das Innovationspotential schnellerer Generationszyklen wird (noch) nicht genutzt.**

Aus technologischer Sicht zeichnet sich NewSpace vor allem durch die konsequente Anwendung von IT-Prozessen und -Philosophien für kommerzielle Weltraumprojekte aus. Oftmals werden hierbei beschleunigte und agile Methoden angewendet, denn in den angestrebten dynamischen Märkten, für die ein **frühzeitiges Marktfeedback erforderlich** ist, sind **Entwicklungsansätze der Vergangenheit nicht geeignet**, um erfolgreich zu sein. Der 3D-Druck hat sich mittlerweile als Schlüsselement des Rapid-Prototyping etabliert. Mit konsequenter Anwendung der agilen Softwareentwicklung wird auch das **SW-Patching in zunehmendem Maße die Hardware- und Konzeptiterationen verdrängen**. In einem kompetitiven Umfeld zählen die Marktnähe und die schnelle Identifikation und Besetzung des „Sweet Spots“<sup>43</sup>. Extensive Papierstudien mögen zwar die Risiken reduzieren, bis man aber auf dem Markt ist, hat eventuell schon ein anderer die Nische besetzt. Er mag zwar zu Beginn nicht mit einem 100%-ig ausgereiften Produkt in den Markt gegangen sein, doch hat er in der Zwischenzeit, während die Konkurrenz ihre Papierstudien durchgeführt hat, das Produkt zwei- oder dreimal adaptiert (gepatched) und sich damit den Kundenwünschen angepaßt. Die First-Mover-Marktchance ist somit vertan, weil die **„Minimal Viable Product“-Design Philosophie zu wenig genutzt** wurde. Besonders bitter ist solch ein Szenario, wenn der Markt zu klein oder zu schwierig ist, damit ein Fast-Follower Ansatz funktionieren könnte.

Geht es nach dem ECSS-Standard so muss jeder Weltraumbauteil rigoros getestet werden, um das Risiko eines Ausfalls zu minimieren. Auch wenn dieser Ansatz im Prinzip richtig und gut ist, bei bestimmten Missionen – so wie in den NewSpace-Szenarien – kann dieser Ansatz kontraproduktiv sein, speziell dann, wenn die Missionsanforderungen in keinem Verhältnis zu den geforderten Tests stehen.

*„Ich habe vor vielen Jahren die Projektmanagement-Logik mitgeschaffen. Heute ist das bisweilen eine bürokratische Hürde.“*

*Prof. Heinz Stoewer*

So ist es nicht einzusehen, dass intensive Strahlungstest durchgeführt werden müssen oder ein hochgradig strahlungsresistenter Bordcomputer einzusetzen ist, wenn die Satelliten für einige Wochen im niedrigen Erdorbit um die Erde kreisen, wo die Strahlungsleistung gerade mal 40  $\mu\text{Sv/h}$  erreicht (Planet Labs Szenario). In solch einem Fall bietet es sich an auf kommerzielle Bauteile wie z.B. auf einen ARM-Prozessor zurückzugreifen, so wie er heutzutage in jedem Smartphone zum Einsatz kommt. Aufgrund der Qualitätsanforderungen der Planet Labs-Kunden ist auch der ARM-Prozessor für die Satelliten getestet worden – allerdings kamen hier Industriestandards und –normen zum Einsatz. Solch ein pragmatisches Vorgehen ist kennzeichnend für NewSpace – das Abgehen bzw. die weitere **Reduzierung spezifischer Standards durch die Nutzung von Industrienormen (ISO/IEEE etc.)**. Die starke Fixierung auf den **Technology Readiness Level (TRL) und Flight Heritage** steht diesem Trend diametral gegenüber und ist **nicht geeignet**, die Wettbewerbsfähigkeit der involvierten Industrien zu steigern, denn NewSpace-Kunden sind nicht ohne weiteres bereit, den ECSS-„Kostenaufschlag“ zu bezahlen.

#### **4.4 Rahmenbedingungen: Unzureichende Anreize für Kommerzialisierung**

In Deutschland wurden bereits verschiedenste Maßnahmen ergriffen, um Rahmenbedingungen für die erfolgreiche Kommerzialisierung der Raumfahrt zu schaffen. So fokussieren sich z.B. nationale Förderprojekte immer stärker auf das tatsächliche Marktpotential von Produkten oder Diensten. Die Bundeswehr hat sich zu einem wichtigen Akteur und Ankerkunden für die Industrie entwickelt. Deutsche Großforschungseinrichtungen unternehmen erhebliche Anstrengungen beim Technologietransfer in die Industrie. Mit dem Satellitendatensicherheitsgesetz und dem Telekommunikationsgesetz besteht in Teilen bereits ein verlässlicher und adäquater Rechtsrahmen.

Die deutsche Raumfahrt orientiert sich allerdings nach wie vor vorwiegend an der ESA, dem nationalen Raumfahrtprogramm und dem Forschungsrahmenprogramm der EU. In einigen Aspekten erschweren der gesetzliche Rahmen und seine konkrete Anwendung den Markteintritt junger Unternehmen, die Markteinführung neuer Produkte und Dienstleistungen, die Umsetzung innovativer Lösungen, oder den erfolgreichen Export.

Innovationsorientierte  
Förderung und  
Beschaffung

Nationale Förderprojekte fokussieren sich neben der Technologieentwicklung immer stärker auf Dienstleistungen und Anwendungen mit tatsächlichem Marktpotential. Allerdings kommt **in vielen Fällen mit dem Projektende das „Tal des Todes“**. Im Rahmen der nationalen oder europäischen Förderpolitik und des Vergaberechts werden neue Instrumente entwickelt, welche dabei helfen sollen, innovative Produkte und Anwendungen erfolgreich in den Markt zu bringen. Die Umschichtung entsprechender Mittel auf die Nachfrageseite, und damit insbesondere auf die Seite öffentlicher Bedarfsträger („Demand Pull“), wird hierzu als ein besonders geeignetes Mittel angesehen. Dies erfolgt durch **Pre-Commercial Procurement (PCP), Public Procurement of Innovative Solutions (PPI)** sowie die **Innovationspartnerschaft**.

Risikobereitschaft  
der öffentlichen  
Hand

Die Verwendung öffentlicher Mittel im Rahmen von nationalen Förderprojekten und Beschaffungen unterliegt strengen rechtlichen und administrativen Vorgaben aus dem Haushalts-, Vergabe-, und Beihilferecht. Kleine Unternehmen tun sich schwer mit der Bewältigung der administrativen Anforderungen an Anträge für Forschungsprojekte. **Neue Unternehmen**, welche die nötigen Nachweise, zum Beispiel zu Mindestumsätzen und Referenzprojekten, nicht erbringen können, werden ggf. **von der Teilnahme an Beschaffungen ausgeschlossen**. So kommen kaum neue Akteure in den Markt. Die rechtlichen Rahmenbedingungen erschweren es der öffentlichen Hand, Risiken hinsichtlich der Auftragnehmer und der erfolgreichen Projektumsetzung einzugehen.

Raumfahrtagenturen verfügen über ein herausragendes technisches Know-how, welches es ihnen ermöglicht, Anforderungen und Spezifikationen bis ins Detail zu bestimmen. Was für die bisherige, staatsgetriebene Raumfahrt sinnvoll war, wird bei NewSpace zum Problem: Unternehmen bleibt **kaum Freiraum für neue, kreative Lösungsansätze** – im schlechtesten Fall führt dieser Ansatz sogar effektiv zu Wettbewerbsbeschränkungen. **Funktionale Anforderungen sind gegenwärtig noch eher der Ausnahmefall.**

Für viele Raumfahrtanwendungen ist die **öffentliche Hand der einzige oder wesentliche Kunde**. Die Bundeswehr hat sich in den letzten Jahren immer mehr zu einem Ankerkunden für die deutsche Industrie entwickelt. Mit SatComBw2, SAR-Lupe und dem Nachfolgesystem SARah wurden große Beschaffungsvorhaben umgesetzt. Auch am Heinrich-Hertz-Projekt des DLR ist die Bundeswehr maßgeblich beteiligt. Bislang hat man lediglich bei TerraSAR **auf ein öffentlich-privates Betriebsmodell (PPP) zurückgegriffen**.

Andere öffentliche Bedarfsträger greifen hingegen kaum auf innovative Produkte und Dienste aus der Raumfahrt zurück. **Beim Ausbau der nationalen digitalen Infrastruktur spielt die Satellitenkommunikation praktisch keine Rolle**. Zwar nutzen viele Behörden kommerzielle Satellitendaten, aber aufgrund der föderalen Strukturen (z.B. Vermessung- und Geoinformation liegen im Wesentlichen in der Zuständigkeit der Länder) ist der **Bedarf zersplittert und für Unternehmen nicht planbar**. Oft **fehlt es an dem Wissen, wie öffentlicher Bedarf mit Raumfahrtendiensten gedeckt werden könnte**. In einigen Fällen **bieten Behörden selbst** auf Erdbeobachtungsdaten basierende **Mehrwertdienste** und treten so in **Konkurrenz zu kommerziellen Anbietern**.

Strategisches  
Frequenz-  
management

Für zukünftige nationale Satellitensysteme wird es **immer schwieriger**, geeignete und ausreichende **Frequenznutzungsrechte international zu sichern**. Deutsche Frequenznutzungsrechte bestehen hauptsächlich für öffentliche Systeme. Die wenigen Frequenznutzungsrechte für kommerzielle Systeme werden fast ausschließlich durch ausländische Betreiber genutzt. Internationale Frequenznutzungsrechte konzentrieren sich in Ländern, die große Satellitenbetreiber beheimaten; ihnen besonders günstige Steuerbedingungen oder andere Anreize bieten (Luxemburg, Isle of Man, Gibraltar, Bermuda, Cayman Island, Zypern etc.).

Zugang zu  
öffentlichem Know-  
how

Deutsche Forschungseinrichtungen verfügen über umfassendes Know-how, Daten aus Forschungsprojekten und Testeinrichtungen. Es werden überall durch spezielle Abteilungen Anstrengungen zum **Technologietransfer** in die Industrie unternommen. Trotz einiger Erfolge führen diese Aktivitäten jedoch **kaum zu einem sichtbaren Stimulus für die Industrie**. Es gibt praktische **Hürden bei der kommerziellen Nutzung von öffentlichen Daten der Forschungseinrichtungen**. Derzeit kann in Deutschland **Zugang zu öffentlichen Testeinrichtungen nur gegen volle Kostenerstattung** gewährt werden, Ausnahme sind konkrete Förderprojekten.

Mit dem **Satellitendatensicherheitsgesetz** gibt es bereits eine **Spezialgesetzgebung für** den Umgang mit hochauflösenden **Satellitendaten**, welche **in Europa in dieser Form einzigartig** ist. Es wurde darauf geachtet, im Interesse der betroffenen Industrie handhabbare und schnelle Prozesse zu definieren.

Im **Telekommunikationsgesetz** und Verfügungen der BNetzA gibt es **transparente Regelungen** zur Anmeldung von Frequenznutzungsrechten. Mangels kommerzieller Betreiber in Deutschland werden diese allerdings fast ausschließlich durch ausländische Betreiber in Anspruch genommen.

Ein **nationales Raumfahrtgesetz** ist seit längerer Zeit in Vorbereitung. Ein solches Gesetz wird Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für private Weltraumaktivitäten definieren und könnte, vergleichbar zu den USA und einigen europäischen Staaten, **Anreize für Neugründungen von Satellitenbetreibern** setzen.

## 5. NEWSPACE – NEUE GESCHÄFTSMODELLE IN DER VERNETZTEN WELT

---

### 5.1 Digitalisierung als Herausforderung und Chance für die Raumfahrt

Die Raumfahrt steht vor großen Umwälzungen. Die Dynamik der Veränderung durch die Digitalisierung wird in der Raumfahrt ähnlich sein wie in der Automobilindustrie: neue Anbieter mit anderen Geschäftsphilosophien, neue Anwendungen und andere Kunden.

*“The auto industry will change more in the next 5 to 10 years than it has in the last 50”  
(Mary Barra, CEO General Motors)*

*“Wir können es uns nicht leisten, der nächsten industriellen Revolution  
hinterherzuhinken: der digitalen Entwicklung und Fertigung”  
(Tom Enders, CEO Airbus)*

*„Neue Geschäftsmodelle basieren auf innovativen Anwendungen.  
Der Schwerpunkt liegt nicht mehr auf möglichst innovativer, sondern auf  
kostengünstiger, schnell verfügbarer und zuverlässiger Technologie.  
Der Satellit ist „nur mehr“ ein Enabler für neue Geschäftsmodelle.*

*New Space ist Entwicklungstreiber und führt zu einer neuer Stufe der Industrialisierung”  
(TESAT)*

Noch ist Europa „Exportweltmeister“ für Raumfahrttechnik und Dienstleistungen. Arianespace ist Marktführer bei kommerziellen Startdienstleistungen und mehrere der größten kommerziellen Satellitenbetreiber haben ihren Sitz in Europa. Aufgrund der im Vergleich zu den USA geringeren Nachfrage institutioneller Kunden waren europäische Unternehmen gezwungen, sich auf kommerzielle Kunden zu fokussieren. Es gilt nun, die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie auch in neuen Technologien und Anwendungen zu erhalten und die Chancen von NewSpace zu nutzen.

Mit der graduellen Verschiebung vom Broadcasting hin zu Streaming- und Internetgeschäft ist die Satellitenkommunikation bereits durch die Veränderungen der Digitalisierung betroffen. Der Trend geht zu neuartigen Kommunikationssatelliten, welche sehr hohe Datenmengen übertragen können (High Throughput). Dabei werden Satelliten mit vollelektrischen Antrieben insbesondere von kommerziellen Betreibern

immer mehr nachgefragt. Durch Einsatz solcher Satelliten wird der Satellit auch mit terrestrischen Lösungen konkurrenzfähig.

Wie in den USA werden auch in Europa institutionelle Kunden die Möglichkeiten neuer Systeme und Anwendungen nutzen wollen. Die Kostenvorteile von NewSpace werden insofern einen erheblichen Druck auf die traditionellen Raumfahrtunternehmen ausüben. Gleichzeitig bieten kostengünstigere Lösungen auch das Potential, ganz neue Kundengruppen zu erschließen.

Politische Flankierung und Exportkredite, wie sie aktuell besonders der französischen Satellitenindustrie zu Gute kommen, können kurzfristig helfen, neue geographische Märkte zu erschließen. Es ist aber fraglich, ob sich damit mittel- und langfristig die Wettbewerbsfähigkeit sichern lässt. Hierzu wird es erforderlich sein, von Herangehensweisen, Methoden und Technologien anderer Technologiebranchen zu lernen und sich daraus ergebende Kosten- und Effizienzvorteile zu sichern.

NewSpace Geschäftsmodelle suchen sich möglichst große internationale Märkte. Sie sehen große Chancen darin, mit Raumfahrtdiensten globale Herausforderungen wie den Klimawandel, die Umweltverschmutzung, Verstädterung, oder die „Digital Kluft“ zu adressieren. Dies folgt aus handfesten kommerziellen Interessen. Die Sammlung und Auswertung von immer mehr Daten ermöglicht die Stärkung der eigenen Marktposition und der Entwicklung neuer Anwendungen und Dienste. Die Symbiose von Internetwirtschaft und Raumfahrt in den USA lässt sich insofern in Europa nicht replizieren. Es gibt keine Konkurrenz zu den globalen Herrschern des Internets: Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft – kurz GAFAM.

Für die Industriepolitik werden die Aufgaben nicht leichter. Es gilt, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Industrie sicherzustellen, den nationalen Bedarf zu bedienen, Grundlagenforschung und Technologieentwicklung nicht aus den Augen zu verlieren, Rahmenbedingungen und Anreize für Wachstum und neue Dienste schaffen und das Potential der Raumfahrt zur Bewältigung staatlicher Aufgaben und globaler Herausforderungen auszuschöpfen. Dabei entwickeln sich Technologien und Märkte immer schneller. Politische Ziele und Strategien müssen daher schneller in die Praxis umgesetzt werden.

## Industrie 4.0 und Industriesoftware-Giganten vor der Haustür

NewSpace in Deutschland wird sicher nicht auf die GAFAMs bauen können. Die Führungsrolle bei Internet- und Mobilanwendungen für den Konsumbereich haben Deutschland und Europa noch nie innehabt. Sehr gute Chancen ergeben sich aber aus den Synergien der Raumfahrt mit der nächsten industriellen Revolution – der „Industrie 4.0“.

Die deutsche Wirtschaft ist bestens positioniert im Automobil-, Maschinen-, Anlagen- und Werkzeugbau, und - nicht zu vergessen - der chemischen Industrie. 40% der deutschen Wirtschaftsleistung kommt dabei aus dem Export. Deutschland sollte sich nicht auf die Rolle des Technologielieferanten reduzieren, sondern auch Dienstleistungen mit globalem Marktpotential entwickeln. Deutsche Premium-Automobilhersteller treiben die Entwicklung digitaler Dienste rund ums Fahren bereits aktiv voran. Durch die Vernetzung im Internet der Dinge ergeben sich ähnliche Möglichkeiten auch in den anderen führenden Technologiebranchen.

Die Digitalisierung hat als Kehrseiten die Abhängigkeit von (ausländischen) IT-Unternehmen und Angriffsmöglichkeiten für Sabotage, Industriespionage und andere Formen der Cyberkriminalität. Digitalisierung ist also gleichzeitig Chance und Herausforderung für die deutsche Industrie. **NewSpace kann mit sichereren Kommunikations-, Überwachungs- und Navigationsdiensten essentielle Bestandteile für Industrie 4.0 bereitstellen, denn:**

*„Cybersicherheit ist mit SatCom leichter zu erreichen als terrestrisch“<sup>44</sup>*

*(Karim Sabbagh, CEO von SES)*

Mit den **Weltmarktführern für Industriesoftware** stellt Deutschland den Werkzeugkasten des industriellen Internet der Dinge: der Industriesoftwaregigant SAP, der Weltmarktführer für automobiler Kartensoftware HERE oder die Software AG als Weltmarktführer für Maschinensoftware. Das Herz des Internets der Dinge wird von **deutschen Internet-of-Things Plattformen** betrieben (siehe Abbildung 32: Deutsche Firmen im Plattformgeschäft des Internet der Dinge ). Sie liefern für die Industrie die Verbindung zu Aufzugsinstallationen, Rolltreppen, Hochdruckreinigungs-Systemen, Gabelstaplern und vielen anderen Geräten deutscher Hersteller, die in der ganzen Welt ihren Dienst tun. Nicht zu vernachlässigen sind Bosch und Siemens, die sowohl Anlagen als auch die dazu nötige Software liefern.

## Nokia's mapping unit a key prize for self-driving cars

GM Invests \$500 Million In Lyft For Self-Driving Car Race With Uber, Tesla And Google

**BMW, AUDI, AND MERCEDES  
JUST BOUGHT NOKIA'S  
MAPPING TECH**

BMW, Mercedes, and Audi close Nokia Here  
Maps sale - and your next car could benefit

Renault-Nissan hires Here exec to develop connected strategy

**Renault-Nissan mulls acquiring stake in former Nokia  
mapping unit**

**GM and Lyft are teaming up to build self-  
driving cars — and take down Uber**

Wichtige Gegenspieler deutscher Unternehmen sind die chinesischen „BATs“ – Baidu, Alibaba und Tencent. In engem Schulterschluss mit der chinesischen Führung versuchen diese Unternehmen, in Logistik, Mobilität oder Finanztransaktionen weltweit führend zu werden. Dabei werden sie auch auf Raumfahrtendienste zurückgreifen. Alibaba kooperiert bereits mit dem staatlichen Verteidigungs- und Nutzfahrzeughersteller Norinco in einem Joint Venture zur Entwicklung von Positionierungsdienstleistungen auf Basis des Beidou-Navigationssystems<sup>45</sup>. In einem Joint Venture betreiben Alibaba und Tencent ein Ridesharing/ Carsharing Portal, das sich weltweit lediglich mit Uber messen muss. Industrie 4.0 heißt in China „Made in China 2025“ und wird - genauso wie Smart-City-Lösungen und E-Mobility - im anstehenden 13. Fünfjahresplan forciert.

China's tech giants are getting into the  
autonomous car business

China's Search Giant Baidu Plans To Build  
a Robocar

**For China's Alibaba, the Magic Word Is  
"Connected Car"**

**SAIC to Introduce Alibaba  
Connected Car in August  
2016**

Alibaba, SAIC Motor To Invest \$160 Million  
In Connected Cars

**Baidu Enters the Global Race |  
for Driverless Car Domination**

It's Baidu vs. Google in the race to build  
driverless cars

## 5.2 Geschäftsmodelle für NewSpace Made in Germany

Wir haben die aktuell bekannten und geplanten Geschäftsmodelle im NewSpace im Rahmen der Studie im Hinblick auf **Grad der Kommerzialisierung** und die **Relevanz für Deutschland** analysiert. Die Grafik unten zeigt die Ergebnisse dieser Analyse:

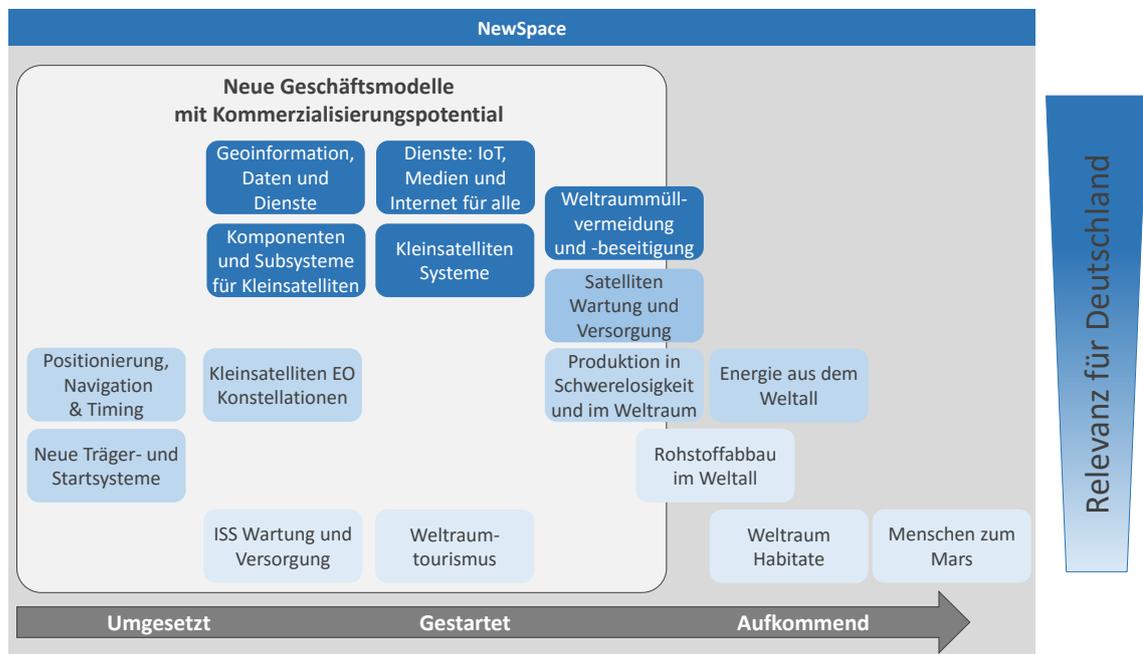


Abbildung 29: Grad der Kommerzialisierung und die Relevanz für Deutschland

Einige NewSpace Geschäftsmodelle verfügen schon heute über eine privatwirtschaftliche Finanzierung und befinden sich vollständig im hellen Kasten – kommerzielle Geschäfte sind bereits etabliert oder werden gestartet. Sie sind gut positioniert, um ein stabiles Geschäft aufzubauen. Einige Geschäftsmodelle befinden sich auf der Grenze zur Kommerzialisierung; hier werden schon Risikokapitalwetten abgeschlossen. Was in Deutschland noch als Zukunftsmusik gilt, hat in den USA teilweise schon erste Investoren gefunden.

Wie die horizontale Achse zeigt, sind nicht alle Geschäftsmodelle für Deutschland relevant. Geoinformation, Kommunikationsdienstleistungen und Komponenten für Kleinsatelliten erscheinen zum gegenwärtigen Zeitpunkt als attraktivste NewSpace Bereiche für Deutschland. Navigations- und Positionierungsdienste werden zwar vorwiegend von Unternehmen außerhalb der Raumfahrt entwickelt und angeboten, trotzdem können sie tendenziell dem NewSpace zugerechnet werden. Für das assistierte oder autonome Fahren kommt ihnen eine zentrale Bedeutung zu.

Die Rohstoffgewinnung im All wird von Vertretern der deutschen Raumfahrtindustrie weniger Relevanz beigemessen als anderen „Grenzthemen“ wie Weltraummüllbeseitigung und Satellitenwartung –auch wenn Luxemburg das Thema kürzlich sehr medienwirksam propagiert hat.

NewSpace könnte in Deutschland als Instrument zur Stärkung der deutschen Wirtschaft insgesamt dienen. Ansätze hierzu sind Lösungen für Industrie 4.0, das Internet der Dinge und für die autonome Mobilität. Raumfahrtunternehmen sollten hierzu Partnerschaften mit deutschen/europäischen **Industrial IT-Plattformbetreibern** suchen und gemeinsam die Potentiale realisieren: z.B.

- SAP (DE): Geoinformation /Big Data, Internet der Dinge, sichere Navigation/Lokalisierung
- HERE (DE): Navigation für Autonome Mobilität, Geoinformation /EO für Kartierung
- Bosch/Continental (DE): Sichere Konnektivität, GNSS-basierten Positionierungstechnologien für Assistiertes Fahren und robotische Geräte.
- HEXAGON (SE/UK): Geoinformation /Big Data, Präzise Lokalisierung
- Giesecke & Devrient (DE) / Gemalto (FR) / COMARCH (PL): Navigationsmerkmale als Bestandteil der Kreditkartenauthentifizierung
- Machine2Machine (M2M) Plattform Anbieter: Sichere Konnektivität und sensorische Überwachung für Industrie, Gebäudetechnik, Energie- und Medizintechnik

Dabei ist jedoch keine Zeit zu verlieren. In Japan und USA gibt es bereits eine enge Zusammenarbeit zwischen Raumfahrt und Automobilherstellern: Antennentechnik des von Bill Gates mitfinanzierten Start-ups Kymeta (Seattle) mit Intelsat Breitbandkonnektivität werden in Prototypen von Toyota eingesetzt.<sup>46</sup>

## The Next Wave of Connected Car Innovation Will Depend on Satellite Connectivity

### Kymeta's Toyota Mirai plays well with satellites

The Toyota Mirai Kymeta Research Vehicle 001 Beams Into Detroit



## Kymeta and Intelsat Bring Terabyte Connectivity to the Cars of the Future

The next wave of connected car innovation will depend on satellite connectivity

REDMOND, Washington and Luxembourg. – January 12, 2016 – Kymeta Corporation and Intelsat S.A. (NYSE: I), the world's leading provider of satellite services, are making the next leadership in space-based communication with Kymeta's global basis. This will enable the creation of new services potential for autonomous driving and pave the way for the

**KYMETA**



Kymeta And Intelsat Bring Terabyte Connectivity To The Cars Of The Future

Abbildung 30: Die nächste Automobilgeneration benutzt Satellitenkommunikation

Die Autoallianz Renault-Nissan und das NASA Ames Research-Center (Palo-Alto) arbeiten unter anderem im Bereich Autonomes Fahren zusammen<sup>47</sup>.

January 2015

*"We look forward to **applying knowledge** developed during this partnership toward **future space and aeronautics** endeavours."*  
*Pete Worden, Director of AMES Research Centre*

*"The partnership will **accelerate** Nissan's development of **safe, secure and reliable** autonomous drive."*  
*Carlos Ghosn, president and CEO of Renault-Nissan Alliance*

Abbildung 31: Autonomes Fahren – ein gemeinsames Thema von Renault-Nissan und NASA Ames

Bei Automatisierungs- und Maschinensteuerungssoftware und im **Internet of Things** ist Deutschland bestens aufgestellt. Deutsche IT-Firmen sind als Anbieter von Plattformen, Middleware oder Kommunikationsdienstleistungen an den Schaltstellen vieler industrieller Internet of Things Anwendungen positioniert:

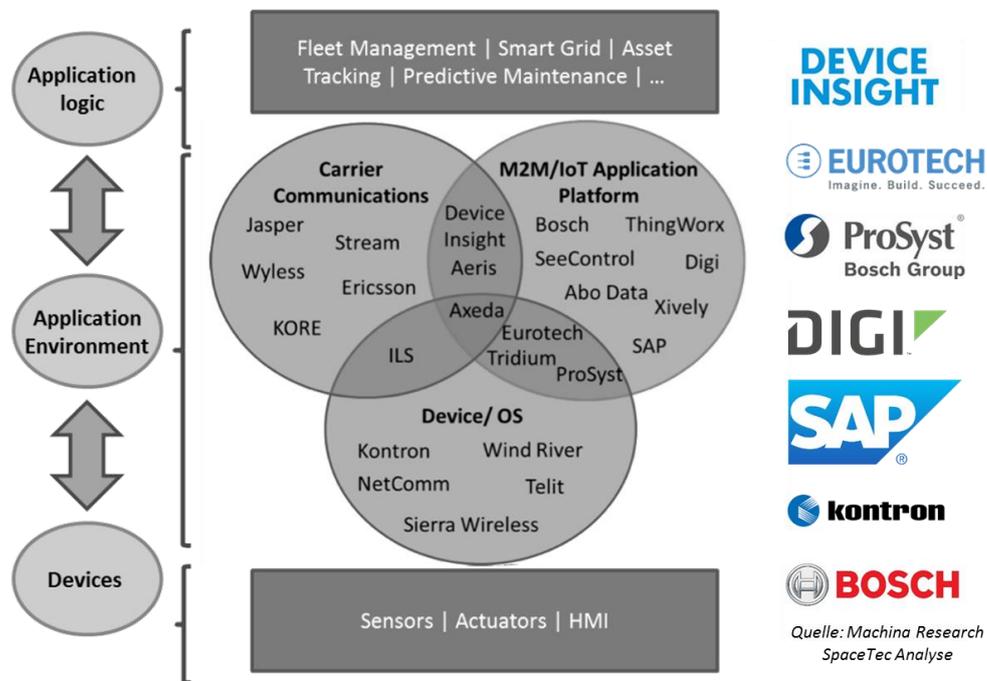


Abbildung 32: Deutsche Firmen im Plattformgeschäft des Internet der Dinge

Mit NewSpace besteht eine einzigartige Chance für eine industrieübergreifende Zusammenarbeit von Industrie 4.0 und raumfahrtgestützten Lösungen. Hier kann Deutschland dem US NewSpace etwas Einzigartiges entgegensetzen.

### 5.3 Bausteine für NewSpace Made in Germany

Nachdem Marktprioritäten, mögliche Industriepartner und Zielanwendungen identifiziert sind, stellt sich die Frage: Aus welchem Rohmaterial könnte ein ambitionierter Unternehmergeist in Deutschland ein Geschäftsmodell in NewSpace konzipieren?

Die Studie hat durch Interviews und Workshops mit der deutschen Raumfahrtindustrie mögliche Bausteine für einen deutschen NewSpace Ansatz identifiziert. Potentiale in NewSpace ergeben sich daraus insbesondere in der Erdbeobachtungs- Informationswirtschaft, Robotik und Autonome Systeme, Satellitenkommunikation und Cybersecurity, sowie auf für NewSpace notwendige Komponenten/Subsysteme.

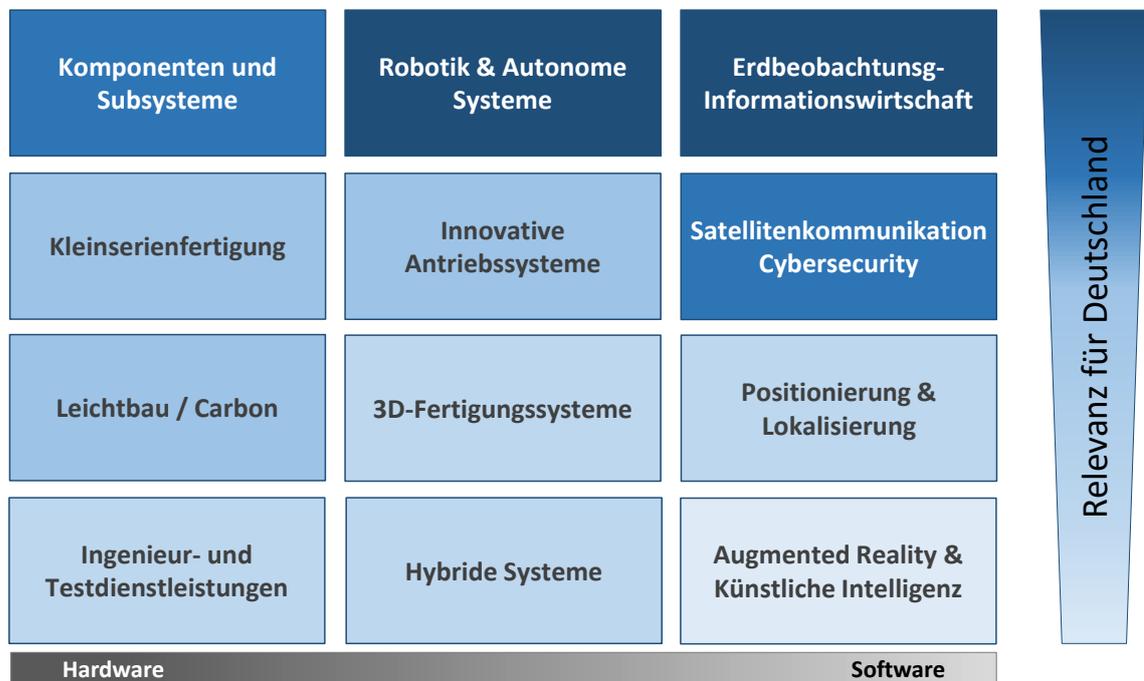


Abbildung 33: Industriefähigkeiten als Bausteine für ein deutsches NewSpace Ökosystem

Zur Ausschöpfung der Potentiale in diesen Bereichen können deutsche Unternehmen auf vorhandene Fähigkeiten und Stärken zurückgreifen:

Tabelle 5: Mögliche Bausteine und dahinterliegende Stärken von Deutschland

Bausteine	Stärken der deutschen Wirtschaft
Erdbeobachtungs- Informationswirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quantitative Fernerkundung in Optik und Radar</li> <li>▪ Einzigartige digitale Geländemodelle (SAR Technologie)</li> <li>▪ Fachanwender-Know-how, Lösungs- und Prozesskompetenz, Bilderkennung und Veränderungserkennung</li> <li>▪ Geo-Cloud-Plattformen aus Deutschland</li> </ul>
Robotik & Autonome Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synergien mit autonomer Mobilität</li> <li>▪ Nutzung zum Aufbau von kommerziell betriebenen „Space Habitats“</li> <li>▪ Konzepte zur in-Orbit-Wartung</li> </ul>
Komponenten & Subsysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sternensensoren, Inertialsensoren, Optik, Radar etc. (BST, Jenoptronic)</li> <li>▪ Aktuatoren und Drallräder (Teldex, Astro- &amp; Feinwerktechnik)</li> <li>▪ Druckregelungssystem (AST)</li> </ul>
SatCom Cybersecurity	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leichtere Absicherung als terrestrische Systeme (eightyLEO)</li> <li>▪ Verschlüsselungskompetenz</li> <li>▪ Laserkommunikation (Tesat, Vialight)</li> </ul>
Kleinserienfertigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Besseres Preis-Leistungsverhältnis</li> <li>▪ Prozess-Spin-in aus Feinmechanik, Werkzeugbau, Prototypenherstellung, Verteidigungsindustrie etc.)</li> </ul>
Innovative Antriebssysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Forschung bei Elektroantrieben</li> <li>▪ Innovative Green-Propellant Anbieter (BayernChemie)</li> <li>▪ Geschäfte mit existierenden Treibstoffnutzern</li> <li>▪ Reputation für chemische Produkte und Gase (Messer, Linde)</li> <li>▪ Synergien mit der Wasserstoffökonomie (Auto/Transport/Luft)</li> </ul>
Leichtbau / Carbon	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synergien mit Luftfahrt und Automobil</li> <li>▪ Plastifizierungs- und Materialverbindungs-Know-how</li> </ul>
3D-Fertigungssysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kompetenz in neuen Produktionsmethoden wie Sinter und 3-D:</li> <li>▪ DMG Mori AG: genutzt bei Virgin Galactic,</li> <li>▪ EOS: Im Serieneinsatz bei SpaceX Super Draco</li> <li>▪ LPKF: Rapid Prototyping von Leiterplatten</li> </ul>
Positionierung & Lokalisierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exzellente Forschung: FhG, DLR</li> <li>▪ Weltmarktführer HERE: HD Karten als Schlüssel für autonome Mobilität</li> <li>▪ Ambitionen der Zulieferer Bosch, Continental etc.</li> <li>▪ Mobilitätsorientierte Start-ups</li> <li>▪ Exzellentes Forschungs-Know-how auch im Indoor/outdoor Bereich</li> <li>▪ Heimische Finanztechnologieanbieter für Authentifizierung</li> </ul>
Ingenieur- und Testdienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einzigartige technische Einrichtungen und Know-how</li> <li>▪ Schnittstelle zur Forschung</li> <li>▪ Diagnosefähigkeiten, Standardisierungs- / Zertifizierungs-Know-how</li> <li>▪ Existierende Kapazitäten (Test, Simulation) deutscher Dienstleister</li> <li>▪ Export von Fertigungs- und Testverfahren für Konstellationen</li> </ul>
Hybride Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Laserkommunikationstechnologie</li> <li>▪ Hohe Dichte von Drohnenherstellern (AscTech/Intel etc.)</li> <li>▪ Regulatorischer Vorsprung bei zivilen Drohnen</li> <li>▪ Geschäfte mit Ballon und High-Altitude Unternehmen</li> <li>▪ Standort der Luftfahrtsicherheitsbehörde EASA in Deutschland</li> </ul>
Augmented Reality & Künstliche Intelligenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exzellente Forschungseinrichtungen</li> <li>▪ Automatisierungspotential</li> <li>▪ Erfolgreiche Unternehmen mit Exits (metaio/Apple)</li> </ul>

Deutschland hat einzigartiges Know-how im Bereich Erdbeobachtungssensorik und Bilderkennung. Ausgründungen ehemaliger DLR-Mitarbeiter sind international als Dienstleister aktiv (GAF AG, EOMAP). Während deutsches Technologie- und Analyseknow-how weltweit gefragt ist, fehlt bislang der Durchbruch im sogenannten Plattformgeschäft der **Erdbeobachtungs-Informationswirtschaft**. Aktuell sind einige vielversprechende Startups mit innovativen Lösungen am Start, so z.B. Terraloupe und Building Radar.

Immer mehr Länder weltweit bauen ihre Kapazitäten in der Raumfahrtforschung aus, bilden entsprechendes Personal aus und beschaffen erste Satelliten. Nach Studien von Euroconsult investierten 2014 mehr als 60 Länder in Weltraumtechnologien und -anwendungen, mehr als doppelt so viel wie 2004. Mehr als 20 weitere Länder stehen kurz davor, entsprechende Investitionen zu tätigen. Traditionell begannen die Staaten mit Nutzlasten auf geostationären Kommunikationssatelliten (z.B. „hosted payload“ oder „condosat“ Modelle) oder direkt mit der Beschaffung eigener Satelliten. Bislang wird der Kleinsatellitenmarkt noch von etablierten Satellitenherstellern aus den USA und Europa sowie in geringerem Maße auch Japan dominiert. SSTL sieht sich mit einem 55% Marktanteil bei Erdbeobachtungskleinsatelliten als Marktführer<sup>48</sup>. Russland, China und Indien konzentrieren sich vorwiegend auf die jeweiligen nationalen Märkte, sind in ihrem politischen Einflussbereich aber auch bereits im Export – bisweilen mit Bartertransaktionen - erfolgreich. Länder wie Brasilien, Argentinien oder die Türkei sind dabei, nationale Kapazitäten für die Herstellung und Vermarktung eigener Satelliten aufzubauen. Die Leistungen der neuen Raumfahrtnationen finden internationale Beachtung: *“We feel that Japan should reflect on Singapore’s ability to launch a satellite within 3 years after the start of the project.”*<sup>49</sup>



**Abbildung 34: Erfolgreiche europäische Exporteure im Kleinsatellitenmarkt (GSTC Singapur 2016)**

Für Deutschland bieten die „Schwellenländer der Raumfahrt“ Export- und Kooperationschancen. Mit dem SmallGEO wird erstmals seit langem wieder eine Serie von Kommunikationssatelliten in Deutschland gefertigt, deutsche Erdbeobachtungssatelliten bzw. -instrumente sind teilweise, insbesondere im Bereich Radar, technologisch führend.

*„Das in Deutschland entwickelte iBOSS-Satellitenbaukastensystem findet weltweit Beachtung und hat Potential ein Standard zu werden“*

*(Jörg Kreisel, JKIC)*

Es gibt sehr gutes **Potential bei Komponenten und Subsystemen** für NewSpace-Kleinsatellitenkonstellationen. Deutsche Unternehmen sind allgemein anerkannt für ihre hochwertigen Produkte. Deutsche Unternehmen können sich als Zulieferer von Komponenten, insbesondere solchen ohne ITAR-Restriktionen, in Exportprojekten erfolgreich positionieren. KMUs wie AST Systemtechnik sind als Komponenten- und Subsystemlieferanten technologisch bestens positioniert. Astro- und Feinwerktechnik Adlerhof und Berlin Space Technologies sind bereits auf internationalen Märkten, vor allem in Asien, unterwegs:

*„Neuaufstrebende Asiaten wollen sich mit Satellitenstrukturen im Eigenbau beweisen, das Thema Payload ist noch eine Domäne alter Raumfahrtnationen“ (BST)*

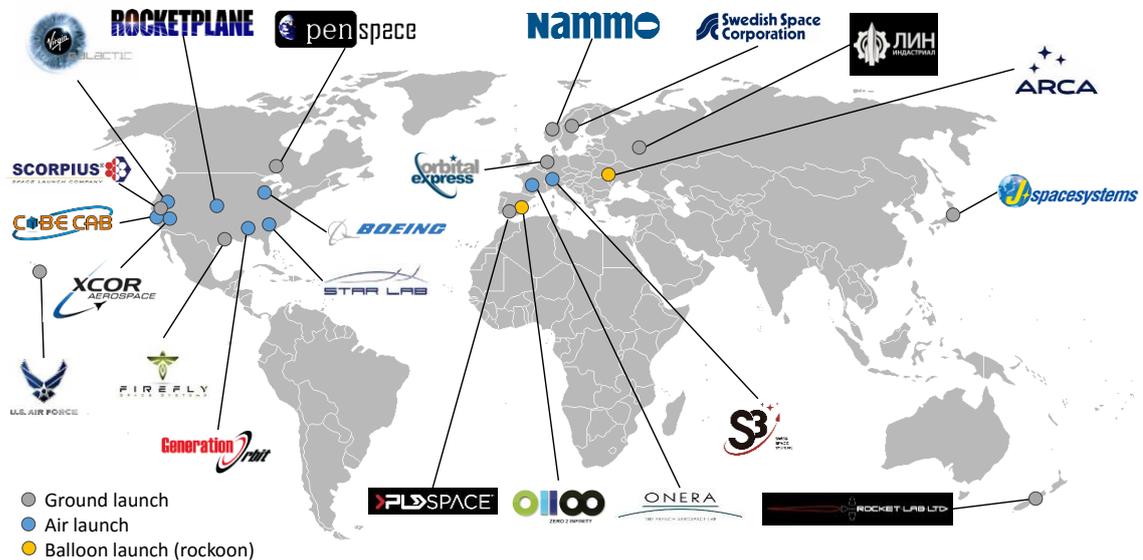
*„Beim Export muss man zwischen den Märkten unterscheiden, dem universitären und der institutionellen mit seinen Prozessen.“ (BST)*

*„Wir sehen eine Globalisierung des Komponentenmarkts: Es können neue Kompromisse können gemacht werden aufgrund reduzierter Baumaße, der Lebenszeit und verschiedener Designs von Solarpanels“ (BST)*

*„Der Zulieferermarkt im LEO/MEO Geschäft wird sich verändern, die Karten werden neu gemischt. Es wird unterschiedliche Produktausprägungen geben für unterschiedliche Märkte: COTS, militärisch und ITAR“ (Astro- und Feinwerktechnik)*

Im Nanosatellitengeschäft sind europäische Anbieter weltweit aktiv: Clydespace (UK), ISIS (NL) and GomSpace (DK), and Tywak (US). Laut Marktteilnehmern gibt es im wachsenden Markt eine produktive Coopetition. Berlin Space Technologies ist in diesem Markt der kommerziellste Anbieter aus Deutschland.

Die Miniaturisierung von Systemen (Mikro-, Nano-Satelliten) und die zunehmende Kommerzialisierung in der Raumfahrt werden sich auch auf Teile des Launcher- und Antriebsmarktes auswirken und die Nachfrage deutlich erhöhen. Eine Vielzahl **kleinerer Launchsysteme** sind weltweit im Aufbau und versuchen sich im Markt zu positionieren.



Europäische NewSpace-Unternehmen wie D-Orbit (IT) und Reaction Engines (UK) engagieren sich im **Launchersegment** (Reaction Engines: Sabre Engine bzw. Skylon Spaceplane) bzw. im **Markt für in-Orbit-Antriebe**. Deutsche Mittelständler sind als Entwicklungspartner eingebunden: BayernChemie steuert Elemente seiner einzigartigen Gel-Antriebstechnologie ein, die mit Mitteln aus deutschen/europäischen Verteidigungsetats entwickelt und zur Serienreife gebracht wurden. Dies ist nur ein Beispiel für **Spin-in-Kandidaten aus anderen Industrien**, die gepaart mit Kleinserienfertigungskompetenz Potential für vielversprechenden Einsatz im NewSpace bieten. Wie attraktiv die deutsche nicht-Raumfahrtindustrie ist, zeigt sich darin, dass eine hohe Führungskraft von SpaceX im letzten Herbst gezielt deutsche Lieferanten von Automobil-Sensoren besucht hat, um kostengünstige und serientaugliche Komponenten zu identifizieren.

Ein spannendes NewSpace-relevantes Subsystemfeld ist der Bereich **Laserkommunikation**. Die NASA ist offenbar dabei, seine mit Aerospace Corp. entwickelte Lasertechnologie in ein Start-up auszugründen. Das DLR Spin-Off Vialight ist bereits in Gesprächen mit diversen Konstellationen und High-Altitude-Hybridsystemen. Es bleibt abzuwarten, inwieweit Tesat seine bereits im All verifizierte SpaceDataHighway Technologie (EDRS) weiter miniaturisieren kann, um sie auch für Kleinsatellitenkonstellationen einzusetzen.

## 5.4 NewSpace als Brücke zwischen Raumfahrt und Digitalwirtschaft

Die deutsche Bundesregierung hat mit der Raumfahrtstrategie und der Digitalen Agenda politische Brückenpfeiler gesetzt. NewSpace bildet die Brücke mit konkreten Geschäftsmodellen an der Schnittstelle von Raumfahrt und digitaler Wirtschaft zum beiderseitigen Nutzen. Industrie 4.0 und mobile Anwendungen sind nur eine Ebene, auf der sich NewSpace und Digitalisierung berühren.



In der Schnittstelle von Digitaler Agenda und NewSpace hat Deutschland eine hervorragende Ausgangsposition:

- In Deutschland gibt es exzellentes Fachwissen und technischen Tiefgang in Themen, welche die wichtigsten NewSpace-Trends ausmachen.
- Das industrielle Internet der Dinge und die autonome Mobilität zu Lande und in der Luft sind potentiell interessante Zielmärkte für sichere Überwachungs-, Navigations- und Kommunikationslösungen.
- Weltmarktführer in industriellen Märkten, die man im Internet der Dinge bedienen könnte, haben ihren Sitz in Deutschland.
- Robotik und autonome Systeme sind essentiell für Automatisierung von Industrieprozessen und Sicherheitsanwendungen.

- Die Industriesoftwarebranche könnte ein Stimulus für NewSpace sein.
- Die einzigartige Dichte von Fachknow-how in der Erdbeobachtung und Geoinformation könnte in Kombination mit IT Unternehmertum und Plattformphilosophie (Big Data, Cloud Solutions) ausgebaut werden.

Allerdings gibt es auch Hemmnisse:

- Richtige Unternehmertypen sind in der deutschen Raumfahrtszene tendenziell rar, insbesondere fehlt es an Persönlichkeiten mit „Think Big“-Mentalität.
- Raumfahrtunternehmen fällt es schwer, sich in neue Zielmärkte hineinzusetzen, insbesondere wenn Sie bislang vom Agenturgeschäft oder kommerziellen SatCom Geschäft leben.
- Die Veränderungsgeschwindigkeit und der Wettbewerbsdruck möglicher Anwendungsbranchen wie Automobiliindustrie und Maschinenbau ist weit höher als Raumfahrer es gewohnt sind.
- Große Plattformideen wie Satellitenkonstellationen oder Softwareplattformen werden nicht laut angedacht - hier wäre mehr Ambition gefordert.
- Unternehmer aus dem aktuellen Raumfahrtgeschäft haben selten den Mut, ein NewSpace Geschäftsmodell anzupacken. Eine Inspiration aus Anwenderbranchen ist nötig.
- Inspirierende Leitunternehmer, die andere inspirieren könnten, sind derzeit nicht vorhanden.

Es gilt nun, die Stärken und Potentiale zu nutzen, die Hemmnisse aus dem Weg zu räumen und Unzulänglichkeiten bei kritischen Erfolgsfaktoren durch unterstützende Maßnahmen so weit wie möglich zu adressieren.

## 6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

---

Deutschland muss handeln, um wie eingangs angeführt im Thema NewSpace den Anschluß nicht zu verlieren. Andere europäische Staaten sind dabei, Strategien zu entwickeln und haben begonnen gesetzliche Rahmenbedingungen anzupassen. Andere untersuchen zurzeit ebenfalls Möglichkeiten, die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Industrie zu stärken, neue Unternehmen anzuziehen, und gezielte Anreize zur Kommerzialisierung zu setzen. Deutschland hat das Potential, von den aktuellen Trends im NewSpace nicht nur zu profitieren, sondern sie aktiv mitzugestalten zu können. Raumfahrt sollte insofern nicht mehr als ein in sich geschlossener Nischensektor, sondern als ein Baustein der globalen digitalen Wirtschaft wahrgenommen werden.

Es sollte dazu gezielt der Schulterschluss und die Vernetzung mit anderen Branchen gesucht werden, in denen Deutschland weltweit führend ist.

*“Solutions that work in the U.S. don’t necessarily work here.”<sup>50</sup>*

Prof. Pascale Ehrenfreund, DLR-Vorstandsvorsitzende

Im Folgenden werden die abgeleiteten Handlungsempfehlungen entlang der Dimensionen der Erfolgsfaktoren beschrieben.

### 6.1 Geschäftsphilosophie: Mehr Unternehmertum wagen und fördern

Die beschleunigte Kommerzialisierung der Raumfahrt braucht ein neues Unternehmertum – bei der Industrie, aber in gewisser Weise auch bei den Raumfahrtinstitutionen. Dies kann nicht staatlicherseits verordnet werden; aber der Staat kann Anreize setzen für die Gründung neuer Unternehmen und Rahmenbedingungen schaffen für die erfolgreiche Erschließung neuer Märkte.

Unsere Empfehlungen orientieren sich entlang der identifizierten Erfolgsfaktoren in der Dimension Geschäftsphilosophie:

Die deutschen Raumfahrtunternehmen sind gefordert, sich **auf ein sich nachhaltig veränderndes Umfeld einzustellen**. Der Wandel beginnt in den Köpfen. Es braucht **mehr Unternehmertum in etablierten Raumfahrtunternehmen**- bei „Primes“ und Zulieferern. Kurze Ausschreibungsfristen á la OneWeb waren ein erstes Signal für die erhöhte Schlagzahl im NewSpace-Wettbewerb.

Airbus-Chef Tom Enders<sup>51</sup> hat bereits ein Veränderungsprogramm angeschoben, damit der *„Wind of Change‘, der unser Raumfahrtgeschäft erfaßt hat und für schnellere Technologiewechsel, offene Kommunikation und den Markteintritt von Internetunternehmen gesorgt hat...“*, Airbus beflügelt. Auch OHB sieht die Notwendigkeit für **neue Strukturen**: *„Wir hatten eine Tochtergesellschaft für NewSpace Aktivitäten vorgesehen – mit ihren neuen ESA-Aufträgen trifft sie nun die volle Wucht der Prozessadministration. Wir erwägen nun die Gründung einer neuen, für NewSpace reservierten Tochter.“* (Dr. Fritz Merkle, OHB Vorstand).

Zulieferer werden sich **auf dynamischere Lieferkettenstrukturen einstellen**, sich vertrieblich breiter orientieren und sich unternehmerischen Herausforderungen wie der Finanzierung eines nicht-Prime/ Agenturgeschäfts stellen müssen.

Eventuell könnten Spin-offs unter der Leitung gezielt identifizierter Unternehmertypen von außen NewSpace-Ideen umsetzen. Zur Inspiration von Neuunternehmern auch aus anderen Branchen könnten Verbände und Institutionen **Fallbeispiele erfolgreicher NewSpace-Start-ups** aus Deutschland **bekanntmachen**. Um den „Unternehmer-Genpool“ aufzufrischen oder zu inspirieren, könnte man versuchen, **„Serial Entrepreneurs“** für die Raumfahrt, z.B. **als Mentoren** bei Inkubatoren und Accelleratoren, zu gewinnen. Es wäre auch einen Versuch wert, erfolgsversprechende Teilnehmer bei raumfahrtnahen Ideenwettbewerben systematisch **mit Mentoring zu unterstützen** und für NewSpace zu begeistern. Damit dies gelingen kann, muss *„die Wirtschaft NewSpace-fähig werden“*<sup>52</sup> und auch der Staat mehr **Unternehmertum in Institutionen** zulassen (Siehe 6.4.).

### Hinterfragen des Status-Quo

Raumfahrtunternehmen sollten sich aus der Nische bewegen und **als Teil der digitalen Wirtschaft** begreifen. Tradierte Prime-Zulieferbeziehungen und geschlossene Lieferketten haben sich bei NewSpace überlebt. Für neue Satellitendienste gilt es, **aktiven Spin-in und die Zusammenarbeit mit anderen Branchen** zu fördern. Für die Serienfertigung kann von etablierten Prozessen in anderen Branchen gelernt werden. Unternehmer sollten den **Rat von Querdenkern aus anderen Branchen** suchen, die eine gewisse Immunität gegen Ingenieursperfektionismus aufweisen und starken Wettbewerb gewohnt sind. Hier könnten BMWi/Agentur mit Workshops die Bildung neuer Netzwerke fördern.

### Produkt und Dienstleistung im Fokus

Es ist in erster Linie Industrieraufgabe, sich darauf einzurichten und **Verständnis für neue Kunden oder Märkte** (z.B. die Internetwirtschaft) **zu entwickeln**. Staatliche Bedarfsträger und Projektträger mit industriepolitischen Auftrag können einen Beitrag leisten, indem sie der Industrie erlauben, durch funktionale Anforderungsausschreibungen und Beschaffung von Dienstleistungen statt Technologie **NewSpace-ähnliche Erfahrung zu sammeln**.

### Kostenorientierung

Kunden erwarten im NewSpace zuallererst ein niedrigeres Kostenniveau. Beispielweise gelten daher bei Kleinsatelliten andere Anforderungen als für große Wissenschafts- oder Kommunikationssatelliten, allein schon aufgrund der kürzeren Lebensdauer und geringerer kosmischer Strahlung. Dies **erfordert neue Herangehensweisen** an Preisgestaltung, Risiko- und Dienstleistungsorientierung und möglicherweise neuartige Vertriebspartnerschaften. Auch hier könnten staatliche Aufträge mit bewusst NewSpace-konformen Anforderungen Entwicklungen anschieben. Für deutsche Zulieferunternehmen bedeutet dies, **am Markt zu differenzieren**, und Komponenten bisweilen in höherer Stückzahl, mit reduzierter Perfektion zu angepassten Preisen anzubieten (Stadttauto statt Luxuslimousine).

Beste Mitarbeiter und  
innovative HR-  
Methoden

Eine neuartige Variante, unternehmerisches Denken in Unternehmen zu transportieren ist **von Startups zu lernen und andere Geschäftskulturen kennenzulernen**. Verschiedene Industrie-4.0-Unternehmen engagieren sich bereits bei Startup-Acceleratoren. Dort können sich Führungskräfte als **Mentoren** mit Startup-Gründern austauschen (Stichwort: **Intrapreneurship**).

Die Raumfahrtindustrie ist künftig auf **hochqualifizierte Mitarbeiter** angewiesen. Dies sind nicht nur die klassischen Raumfahrtingenieure, sondern vor allem auch **IT-Experten**. Aufgrund der internationalen Ausrichtung der Raumfahrt fällt dies grundsätzlich leichter als in anderen Branchen. Mitarbeiter der Raumfahrtindustrie sind es gewohnt, im Rahmen von Projekten auch längerfristig an ausländischen Standorten zu arbeiten. Die momentane Stärke der deutschen Wirtschaft im Verhältnis zu anderen europäischen Staaten sollte konsequent genutzt werden, solche **Experten anzuziehen**.

Die Industrieverbände sollten darauf drängen, dass **NewSpace relevante Inhalte auch in der universitären Ausbildung** reflektiert werden.

Skalierbares Modell  
sucht technische  
Lösung

Die Industrie ist gefordert, geeignete Partnerschaften einzugehen. Um mittelfristig Personal für Newspace aufzubauen, sollte man schon heute in der Ausbildung die Weichen stellen. Raumfahrtingenieure lernen heutzutage im Studium mittels CubeSats einen ganzen Satellitenlebenszyklus kennen, werden aber nachwievor zu eindimensional ausgebildet. Technologische Perfektion steht im Mittelpunkt. **Industrienachwuchs sollte früh interdisziplinäre Erfahrungen sammeln** und während des Studium und Praktika Anwendungsorientierung und Geschäftsmodell-Denke erfahren. Ein Studiengang Wirtschaftsingenieur Luft- und Raumfahrttechnik könnte hier interessant sein.

Es bedarf mehr **Unternehmertum durch internationalen Ausbau des Start-up-Ökosystems**. Unternehmertum kommt auch von außen. Was in kurzer Zeit möglich ist, zeigt der Internet-Startup-Hotspot Berlin: In weniger als 10 Jahren ist um ein paar erfolgreiche Internetfirmen herum ein Magnet für IT-Experten und Jungunternehmer aus der ganzen Welt entstanden. Deutsche Forschungseinrichtungen mit weltweiter Bekanntheit (DLR, FhG, TU München, etc.) könnten ein Anker sein.

*„Keiner denkt im Silicon Valley bei NewSpace an Deutschland.  
In Berlin ist mehr Know-how im Kleinsatellitenbereich als im ganzen  
Silicon Valley“ (Tom Segert, Berlin Space Technologies)*

Eine verstärkte Präsenz auf **internationalen NewSpace Veranstaltungen** mit klarem Showcase „NewSpace in Germany“ könnte zum einen als Präsentationsplattform für weltweit vermarktbare Produkte und Dienste dienen (vgl. DLR-Komponenteninitiative), gleichzeitig aber auch **den NewSpace Standort Deutschland für Experten und Investoren bewerben**. Idealerweise wird eine solche Maßnahme durch eine durchgehende **Öffentlichkeitsarbeit** im In- und Ausland begleitet.

Wie oben beschrieben, sollte dieser Erfolgsfaktor eine eigene deutsche Ausprägung bekommen. Wo kein Silicon Valley ist, wird auch so schnell keines entstehen.

Deutschland sollte sich auf den **Aufbau von Ökosystem-Synergien mit in führenden Industriesektoren** konzentrieren. Zuallererst sollten dabei die exportorientierte Automobil-, Maschinenbau- und Industriesoftwarebranchen betrachtet werden. Partnerschaften mit Unternehmen der Industrie 4.0 und an der Digitalisierungfront bieten sich an.

Die Industrieübergreifende Zusammenarbeit im Rahmen der **DLR-Initiative INNOspace zwischen BDLI/BDI (Industrie 4.0) und BitKom (Digitalisierung)** sollte weiter ausgebaut werden.

Die Attraktivität deutscher **Start-up Hotspots** (siehe Kapitel 4.2) sollte auch für Raumfahrt genutzt werden. NewSpace-Leuchttürme könnten gezielt in Zusammenarbeit mit Unternehmen aus Anwenderbranchen entwickelt werden.

Der Unternehmergeist der **Internet/IT-Branche sollte stärker adressiert** werden, zum Beispiel durch folgende Maßnahmen:

- Ideen- und Gründerpreise bewerben und Möglichkeiten der Raumfahrt aufzeigen.
- Studenten, Absolventen, Gründern, die nicht notwendigerweise Raumfahrtingenieure sind, Geschäftsmöglichkeiten in NewSpace aufzeigen.

Im Bewerben von „NewSpace Made in Germany“ sollte man die **Medien und Plattformen der Gründerszene nutzen um Netzwerke zu gestalten**: Beispielsweise vernetzen sich in der Berliner TechSzene Unternehmer mit Gleichgesinnten und Raumfahrtinteressenten über informelle „Meetups“ zu NewSpace-Themen (Siehe Anhang 15).

## 6.2 Finanzierung: NewSpace-gerechte Finanzierung schaffen

*“Today is the best time ever to be an entrepreneur in technology.  
It is also one of the best times ever to be a technology investor ...”*  
(Niklas Zennström, Skype-Gründer, heute Venture Capital Investor<sup>53</sup>)

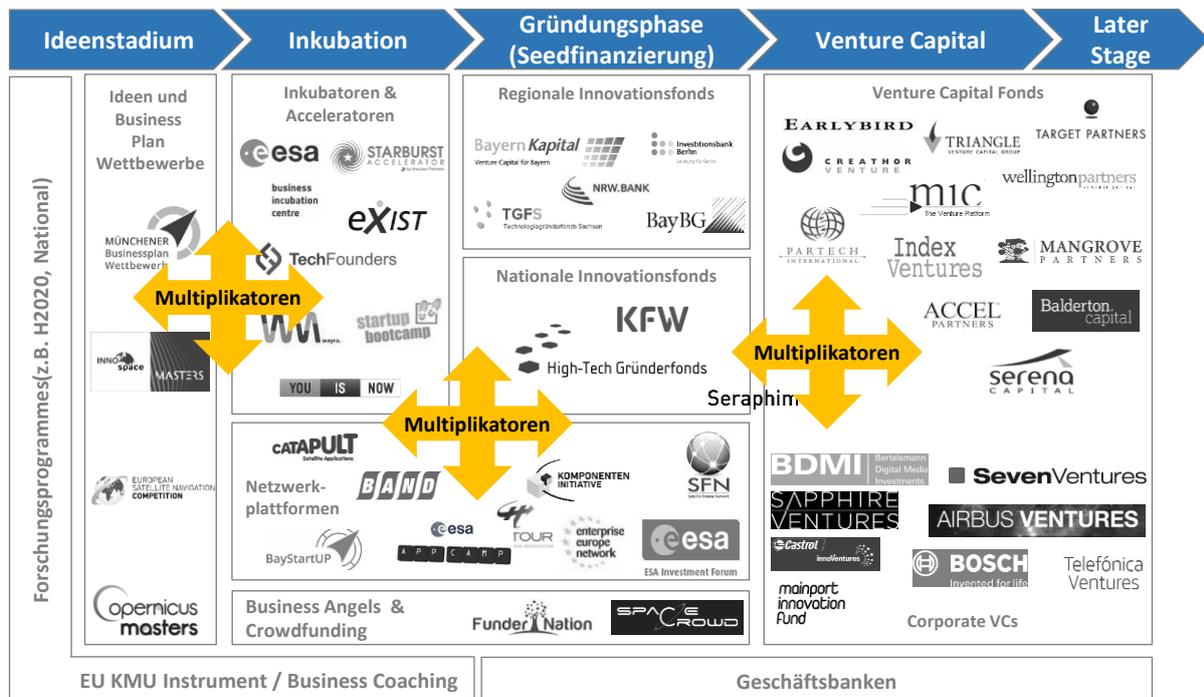
*“We suffer from a crippling lack of venture capital in Europe.”*  
(Prof. Pascale Ehrenfreund, EU Space Conference 2016)

*“We need to develop ideas for applications and services.  
Venture capital instruments could be one of the answers.”*  
(Carlo des Dorides, Executive Director der GSA, EU Space Conference 2016)

*„Organisches Wachstum muss irgendwann durch  
externe Finanzierung ergänzt werden“* (Berlin Space Technologies)

*„Bei meist geringem Eigenkapital eigentümergeführter KMU  
lehnen Banken Kredite ab“* (HPS)

Einer der wichtigsten Ansätze zur Verbesserung des Finanzierungs-Ökosystems für NewSpace-Unternehmer, wäre die Schaffung oder Stärkung von Multiplikatoren: Im Vereinigten Königreich nehmen das Satellite Application Catapult, das Satellite Finance Network und in der Zukunft auch der Seraphim Space Fund diese Funktion war.



Die Handlungsempfehlungen in der Dimension Finanzierung im Einzelnen:

Da Deutschland weder Raumfahrt-Milliardäre noch einen riesigen Fundus von „Serial Entrepreneurs“ aufweisen kann, muß man bei diesem Erfolgsfaktor früher ansetzen. Es gilt, **eine NewSpace Gründergeneration aufzubauen**. Ansätze dafür sind, Know-how-Träger in Institutionen und Raumfahrtfirmen zu Spin-offs motivieren, Gründungswillige nach Kräften unterstützen und sie nicht im Stich lassen, wenn Gegenwind kommt. Dem Thema **Mentoring** (bisweilen auch „Coaching“ genannt) kommt dabei eine **besondere Bedeutung** zu. Gründer ergänzen ihre Expertise mit dem Netzwerk und Erfahrungsschatz von Mentoren, die freiwillig, unentgeltlich, gegen Bezahlung oder in Aussicht auf ein Business-Angel-Investment agieren. Diese besondere Form der Vernetzung ist sehr wichtig.

**Inkubations- und Acceleratoren dienen als Schaltstellen im NewSpace Gründernetzwerk und sollten ausgebaut werden.** Oftmals engagieren sich große Firmen als Sponsoren bei Acceleratoren, wie z.B. bei Techfounders oder Starburst Accelerator. Durch **intensives Coaching seitens verschiedener Experten** schärfen Startups während ihrer Zeit im Inkubator- oder Accelerator ihr Geschäftsmodell und erhöhen dadurch ihre Chancen auf eine Frühphasenfinanzierung. In sogenannten **Demo-Days** stellen sich Startups vor, um mit weiteren Mentoren, interessierten Firmen und Finanzpartner ins Gespräch zu kommen. **Startup-Messen** können bei der Ergänzung von Teams helfen: Gründungswillige Techniker treffen auf Kollegen mit Erfahrung in der Geschäftswelt, das sehr erfolgreiche belgische Veranstaltungsformat [www.bryo.be](http://www.bryo.be) könnte als Beispiel dienen. **Staatliche Technologietransfer/Spin-Off-Programme** für gründungswillige Forscher wie von Helmholtz/DLR und EXIST/BMWI sollten noch stärker **mit Inkubatoren und Acceleratoren verzahnt** werden, und auf einen breiten Mentorpool zurückgreifen können. Die darin Verantwortlichen sollten darauf achten, dass unternehmerische Energie bei der Kapitalsuche nicht fehlgeleitet wird. Investoren schätzen es, wenn kompetent vorbereitete Start-ups auf den Risikokapital-Pfad gebracht werden.

Deutschland hat mit seiner hohen Dichte an Initiativen für die Frühphase das Potential, vielfältig zu unterstützen und die **Finanzierungslücken** für NewSpace-Startups **graduell zu schließen**. Ziele sollten sein, eine **Durchgängigkeit der Finanzierung** zu schaffen, indem auf jeder Finanzierungsstufe **Multiplikatoren „die NewSpace Fahne“ hochhalten**. Auf Initiativen des DLR wie der Komponenteninitiative und INNOspace könnte man aufbauen. Maßnahmen könnten sein:

Business Angels werden auf lokaler Ebene bereits von Inkubationszentren und Plattformen mobilisiert. Über Newsletter und Jahreskongress des **Business Angel Network Deutschland** (BAND) könnte das Thema NewSpace auch zentral adressiert werden. Durch bewerben des BMWI-Investitionszuschußprogramms unter BDLI Mitgliedern und in der Gesellschaft der Freunde des DLR könnten evtl. weitere NewSpace-affine Business Angels gewonnen werden.

Eine gezielte **Crowdfunding-Kampagne** mit der technologischen Expertise des DLR könnte Business Angels und vermögende Serienunternehmer gleichsam adressieren.

Das BMWi sollte im **Schulterschluss mit KfW** das vorhandene Instrumentarium nutzen für direkte oder indirekte Investitionen in NewSpace. So wäre es wünschenswert, den **High-Tech Gründerfonds für NewSpace zu sensibilisieren**, weil er deutschlandweit aktiv ist und ein möglicher Brückenkopf zu HTGF-Investoren im Industrie 4.0-Umfeld (z.B. Bosch, Daimler, Deutsche Telekom, Evonik, SAP) und internationalen Folgeinvestoren sein kann.

**Ein KfW Fondsinvestment in VC-Fonds mit NewSpace-Spezialisierung** könnte die Risikokapitalbranche inspirieren und dazu beitragen, die identifizierte Angebotslücke bei Anschlussfinanzierungen für junge Technologieunternehmen zu schließen: VC-Investmentteams verbreiten NewSpace in der Venture Capital Welt und bringen **„Smart Money“** in internationale Investmentsyndikate ein. Damit werden durch Ko-Investitionen weitere **Investitionsmitte aus dem In- und Ausland gehandelt**.

### Ankerkunden

Das EU-Projekt Cubesat QB50 bietet Flugmöglichkeiten für 50 Cubesats aus verschiedenen europäischen Ländern. Allerdings ist das Programm lediglich für Universitäten und Forschungseinrichtungen offen und schließt KMU aus.

Das DLR-Raumfahrtmanagement könnte als Ankerkunde Startkapazitäten für Kleinsatelliten einkaufen und über ein **NewSpace „Launch-Paket“** KMUs Startmöglichkeiten bieten. Bewerber sollten mit einem Business Plan die Tragfähigkeit ihres Geschäftsmodells nachweisen. Es könnte zur Bedingung gemacht werden, dass vorrangig deutsche (europäische) Komponenten eingesetzt werden.

Gut dotierte, klar definierte und kommunikativ begleitete Wettbewerbe haben eine sehr hohe Strahlkraft. Dies zeigen alleine die hohen Zahlen der Youtube Aufrufe für den Google XPRIZE Videos oder ESA's „Printing of A Lunar Base“.

### Anreizwettbewerbe

Die geplanten EU H2020 Anreizwettbewerbe <sup>54</sup> „**Inducement Prizes**“ sollten für NewSpace in Deutschland aktiv genutzt werden.

Das DLR-Raumfahrtmanagement könnte außerdem überlegen, einen **Anreizwettbewerb** in Zusammenarbeit **mit einem führenden Unternehmen aus der Industrie 4.0 oder einer führenden deutschen Unternehmerpersönlichkeit** anzuschieben.

Es wäre wünschenswert, wenn die **Eingangshürden** wie Mindestumsätze, Nachweis früherer Projekte, „Heritage“ für Projektförderung für Newcomer **gelockert** werden könnten.

### Projektförderung

Ferner sollte geprüft werden, ob auch gezielte **Anwendungsentwicklung** und der **Einsatz von NewSpace Komponenten im Kleinsatellitenprogramm gefördert** werden können, wobei vor allem die Entwicklung ITAR-freier Komponenten relevant wäre.

## Kreditfinanzierung

Die **Gründerkredite** für ESA-BIC Startup Gründer könnten von KfW und Partnerbanken im Hinblick auf neue KfW/EIB-Garantieinstrumente untersucht werden. Vielleicht kann die bisherige Besicherung **vereinfacht oder erweitert** werden. Eventuell könnte seitens des DLR eine Partnerschaft mit überregionalen Banken vereinbart werden, damit das Instrument auch in anderen Regionen greifen kann.

Die im DLR Finanzierungsworkshop im März aufgezeigten Möglichkeiten (Sicherheitenkredit, Bonitätskredit und Projektfinanzierung und Garantiemöglichkeiten über KfW und EIB) könnten mit weiteren **Geschäftsbanken und Unternehmen an Raumfahrtstandorten in Workshopveranstaltungen** diskutiert werden.

Angesichts laufender Diskussionen der Europäischen Kommission mit der European Investment Bank zur Nutzung des **European Fund for Strategic Investments (EFSI)** für die Raumfahrt, könnte geprüft werden, inwieweit dieses bisweilen auch „Juncker Plan“ genannte Instrument für NewSpace Projekte in Deutschland eingesetzt werden kann.

Oben wurde dargestellt, welche Bedeutung Exportfinanzierung in anderen Ländern hat. Es gibt auch Anzeichen dafür, dass NewSpace solche Instrumente nutzen wird. Deutsche KMU sind technologisch gut positioniert, die wachsende Nachfrage aus neuen Raumfahrtnationen mit Kleinsatellitensubsystemen und -komponenten mitzubedienen. Deutschen Herstellern drohen Nachteile im internationalen Wettbewerb, soweit sie nicht in vergleichbarem Maße von staatlichen Exportkrediten profitieren können. Es ist zu überlegen, wie **deutsche Institute zur Exportförderung (KfW etc.) verstärkt für die Unterstützung von Exportgeschäften im NewSpace eingesetzt werden können**. Zusätzlich sollte die politische Flankierung an Exportvorhaben gerade auch von KMU verstärkt werden.

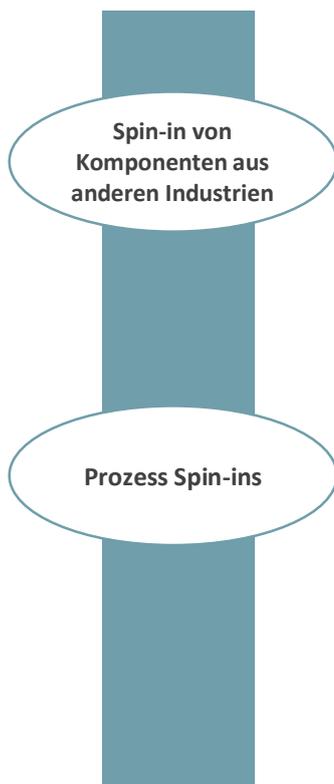
## Exportkredite und -garantien

### 6.3 Technologiemanagement: Digitalisierung leben

NewSpace ist ein Synonym, das für mehr steht als das klassische Fortschrittsparadigma. Auch wenn F&E in NewSpace ihre Rolle haben, so verlangt NewSpace vor allem:

- Einen neuen Zugang zur Gestaltung von branchenübergreifenden Prozessen (Prozess Spin-ins),
- Die konsequente Entscheidungsfindung im Hinblick auf ‚Make or Buy‘ Optionen (Spin-in aus anderen Industrien),
- Die marktgerechten Gestaltung von Projekten (agile Projektplanung) und
- Die permanente Ausnutzung der Vorteile, die sich durch die Digitalisierung ergeben (Miniaturisierung, schnellere Rechner, HW zu SW-Verschiebung).

Deutschland ist eine führende Industrie- und Weltraumnation und von daher gut aufgestellt, um im NewSpace erfolgreich sein zu können. Nun gilt es dieses vorhandene Industrierwissen durch das spezifische Digitalisierungs-Know-how zu ergänzen und in bzw. für die Raumfahrt zu transformieren, damit NewSpace auch in Deutschland erfolgreich sein kann. Die folgenden Handlungsempfehlungen sollen als erste Wegmarken dienen:



**Plattformen für einen industrieübergreifenden Austausch** wie es bereits seitens INNOspace pilotiert wurde. Auch Mentoring durch nicht-Space Firmen und die gezielte Identifikation von NewSpace+ Firmen können hier Abhilfe schaffen.

Der Weltraumsektor wäre gut beraten, **neuartige Prozess- und Fertigungsthemen in der universitären Raumfahrttechnik-Ausbildung** zu reflektieren und Artikel zu neuen Prozessen in Fachzeitschriften zu lancieren, um einen erweiterten Informationsaustausch zu fördern und zu forcieren.

SW Konfiguration  
statt perfekter HW

Auch wenn das Mooresche Gesetz nur mehr für 15 Jahre gültig sein sollte, es steht fest, dass Elektronik/IT Studieninhalte zunehmend wichtiger als der Maschinenbau werden. Die Denkrichtung „Patches und Releases“ statt „initial High-end“ ist mittlerweile im kommerziellen IKT-Sektor gang und gäbe (regelmäßiges Patchen von Smartphones, Tablets und PCs). Der Weltraumsektor sollte die **Möglichkeiten der SW-ermöglichten Flexibilität für sich nutzen, nicht nur im Bereich im Bereich NewSpace sondern allgemein.**

Software  
Plattform-Konzepte

Um sowohl die Synergiefähigkeit mit Industrie 4.0 zu steigern als auch die bei NewSpace gemachten Erfahrungen in andere Industrien einfließen zu lassen, sollten **anwendungsorientierte NewSpace „Promotoren“ in Industrie 4.0-Arbeitsgruppen integriert werden.** Will man sich nicht auf die reine Komponentenzulieferrolle beschränken, sondern Systemkompetenz erlangen, so bedarf es eines **anwendungsindustriegestützten Ankervorhabens**, wie z.B. eines **Leuchtturmprojekts im Bereich sicherer Satellitenkommunikation für kritische Geschäftsanwendungen** (Internet der Dinge) bereitzustellen.

Automatisierung

Deutschland hat sich speziell im Bereich der KI-Forschung sehr engagiert, es aber bis jetzt versäumt diesen F&E-Ansatz stärker mit der Industrie zu verzahnen. Um dies zu ermöglichen, sind einerseits die Firmen selbst gefordert – indem sie z.B. das Potential erkennen und für sich entdecken – und andererseits die Ministerien, Agenturen, Forschungseinrichtungen und die Industrie, indem sie z.B. **einen deutschen F&E-Wettbewerb** analog zur US-DARPA-Challenge aufsetzen, an dem möglichst viele Akteure mitwirken **um** auf diese Weise **dieses Thema stärker in den industriellen Bereich zu überführen.**

Beschleunigung der  
Entwicklung

Um zu den ersten zu gehören, die diese Methoden in der Raumfahrt einsetzen können – und NewSpace bietet die Möglichkeiten dazu – sollten fortschrittliche und industriennahe **Prozess- und Fertigungsthemen in der universitären Raumfahrttechnik-Ausbildung** reflektiert werden.

Serienfertigung

Da das Know-how um die seriennahe Fertigung eine der grundlegenden Stärken der deutschen Industrielandschaft ist, ergibt sich nur eine einzige grundlegende Handlungsempfehlung; die **Prüfung möglicher seriennaher Prozesse im Hinblick auf die Tauglichkeit für NewSpace-Projekte** und die konsequente Anwendung der vielversprechendsten Prozesse.

Rapid Prototyping  
statt Papierstudien

Marktnähe, Marketing und Umsetzungsgeschwindigkeit („speed kills“) sind Schlagworte, die der deutschen Wirtschaft wohl vertraut sind. Dass sie nun auch im Weltraum via NewSpace Bedeutung erlangen, mag zu Beginn etwas verwundern, doch ergeben sich dadurch gerade für die deutschen Firmen gute Chancen. Agenturen könnten industrieseitige Anstrengungen durch das **Ausschreiben eines Validierungsprodukts („Minimum Viable Products“)** unterstützen – **das kostengünstigste Produkt könnte dann durch eine Mitflugmöglichkeit**, die gleichermaßen zur Qualifizierung und zu Marketingzwecken genützt werden könnte, **belohnen**.

Etablierung  
pragmatischer  
Standards

Will man im NewSpace-Geschäft mitmischen so gilt es sich in intelligenter Weise von ECSS zu lösen. Bestimmte Missionen brauchen nur einen rudimentären Standard, alles andere ist zu teuer und nicht sinnvoll. Bedenkt man die wichtige Rolle der ESA für die europäische Weltraumindustrie so erscheint es nur logisch, dass eine **Flexibilisierung von ECSS nicht nur auf nationaler Ebene sondern auch bei der ESA durchgesetzt werden muss**. Gleichzeitig sollte eine **Liste raumfahrtnaher Industriestandards für NewSpace** etabliert werden, die **als eine Art Minimalstandards** fungieren, sodass es keine Probleme bei der Integration und der Funktionsweise bzw. im Zusammenwirken verschiedener Komponenten und Subsysteme gibt.

## 6.4 Rahmenbedingungen: Wettbewerbsfähigkeit sichern

Die Bundesregierung kann durch vielfältige Maßnahmen die Entstehung bzw. Weiterentwicklung von NewSpace in Deutschland fördern. Darunter sind auch Maßnahmen auf gesetzgeberischer oder regulatorischer Ebene.

Innovationsorientierte  
Förderung und  
Beschaffung

Es sollte überlegt werden, **neue innovationsorientierte Förder- und Vergabeinstrumente wie PCP/ PPI und die Innovationspartnerschaft im Hinblick auf ihren Nutzen in der Raumfahrt zu testen**. Sie könnten dazu beitragen, dass die Entwicklung von neuen Produkten und Dienstleistungen sich an dem konkreten Bedarf öffentlicher Auftraggeber ausrichtet und ohne „Tal des Todes“ von der Prototypentwicklung hin zur Markt- oder Serienreife finanziert wird. Öffentliche Auftraggeber werden in die Lage versetzt, im Hinblick auf ihren zukünftigen Bedarf Forschungs- und Entwicklungsleistungen gezielt zu steuern. Mit PCP/PPI sind dabei auch grenzüberschreitende gemeinsame Ansätze möglich, was dabei helfen könnte, ausreichende Nachfrage für bestimmte Raumfahrtprodukte oder -dienste zu generieren und mittelfristig den gemeinsamen Markt für solche Produkte und Dienste zu stärken.

Insbesondere für Erdbeobachtungsdienste könnte dies die Marktentwicklung deutlich befördern (z.B. gemeinsame Beschaffung von Diensten zur Ermittlung und Überwachung von Waldsterben, Wasserverschmutzung, Erosion, Gletscherschmelze etc.). Der Einsatz dieser **Instrumente** ist **besonders für ausgewählte, längerfristig angelegte Produkt- oder Dienstentwicklungen geeignet**. Allerdings ist zu bemerken, dass die Instrumente hohe Anforderungen an die öffentlichen Auftraggeber im Hinblick auf Bedarfserhebung, Definition der Anforderungen, administrative Umsetzung und rechtliche Rahmenbedingungen stellen.

**Funktionale  
Leistungs-  
beschreibungen**

Öffentliche Auftraggeber sollten **zunehmend auf funktionale Leistungsbeschreibungen setzen**. Unternehmen wird so ermöglicht, eigenständige Lösungen für die Erfüllung der Anforderungen zu entwickeln. Dies fördert Innovation und erweitert ggf. auch den potentiellen Kreis der Bieter.

**Risikobereitschaft  
der öffentlichen  
Hand**

Haushalts-, und Vergaberecht setzen einen engen Rahmen für höhere Risiken der öffentlichen Hand bei Beschaffungen. Vorhandene Möglichkeiten sollten aber auch genutzt werden. Teilnahmebedingungen für Beschaffungen sollten **so ausgestaltet werden, dass neue Unternehmen nicht von vorneherein ausgeschlossen werden**. Insbesondere **Anforderungen zu Mindestumsätzen und Referenzprojekten sollten entsprechend überprüft werden**.

**Zugang zu  
öffentlichem Know-  
how**

Es sollte überlegt werden, wie **Ergebnisse aus Forschungsprojekten** noch besser durch Unternehmen nutzbar gemacht werden können.

Auch die **Datenbestände der Forschungseinrichtungen** könnten für kommerzielle Anwendungen effektiver genutzt werden. Zwar sind die meisten Datenbestände heute unter offenen Datenpolitiken verfügbar. Die konkrete Nutzung könnte jedoch erleichtert werden, zum Beispiel durch Möglichkeiten zum schnellen Herunterladen großer Datenmengen sowie zur direkten Prozessierung und Analyse. Lizenzbedingungen sollten im Hinblick auf Hürden für die kommerzielle Nutzung überprüft werden.

Schließlich könnte erwogen werden, neuen Unternehmen, insbesondere KMU, die **Nutzung öffentlicher Infrastrukturen**, z.B. zum Testen oder zur Validierung neuer Produkte, **zu günstigen Bedingungen zu ermöglichen**.

## Langfristige Bedarfsplanung

Öffentliche Kunden werden auch weiterhin eine zentrale Rolle für die kommerzielle Raumfahrt in Deutschland spielen. Durch eine langfristige Planung des zukünftigen nationalen Bedarfs könnten wichtige Anreize für die Entwicklung neuer Produkte und Dienste gesetzt werden. Eine **systematische Erhebung des öffentlichen Bedarfs für satellitengestützte Dienste in Deutschland** würde insofern einen wichtigen Impuls für die Kommerzialisierung setzen.

**Fördermittel sollten** insofern **gezielt eingesetzt werden**, um die Industrie auf zukünftige Beschaffungen vorzubereiten. Dazu sind ggf. auch die oben erwähnten innovationsfördernden Förder- und Vergabeinstrumente geeignet. Durch gemeinsame oder koordinierte Beschaffungen könnte anschließend eine kritische Größe geschaffen werden, bei der Unternehmen gezielt den Anforderungen entsprechende Dienstleistungen entwickeln und anbieten werden. **Langfristige Dienstleistungsverträge** nach dem amerikanischen Vorbild der NGA **würden nationale Behörden als Ankerkunden für deutsche Unternehmen etablieren**. Bei der Bedarfsplanung sollte immer überlegt werden, ob und wie der Bedarf auch durch kommerzielle Dienstleister gedeckt werden kann

Durch die hohe Zahl an Anmeldungen bei der ITU für zukünftige Satellitensysteme, insbesondere für die sog. Mega-Konstellationen, könnten sich die Chancen Deutschlands verringern, sich für zukünftige staatliche oder private Systeme geeignete und ausreichende Frequenznutzungsrechte zu sichern.

## Strategisches Frequenz- management

Auch wenn es eine der Isle of Man vergleichbar aggressive Herangehensweise, Satellitenbetreiber mit Steuerbefreiungen anzuziehen und ihre Anmeldungen zu verwalten, in Deutschland sicherlich nicht geben wird, **sollte** dennoch **überlegt werden, wie Deutschland in die Lage versetzt werden kann, für zukünftigen staatlichen wie privaten Bedarf adäquate Nutzungsrechte bei der ITU zu erlangen**.

Durch die Verabschiedung eines nationalen **Weltraumgesetzes** würde Deutschland zunächst **seine internationalen Verpflichtungen aus den UN Weltraumverträgen umsetzen**, insbesondere im Hinblick auf die Genehmigung und Aufsicht von privaten Raumfahrtaktivitäten oder die nationale Registrierung von Weltraumgegenständen. **Aktuelle Entwicklungen in anderen Ländern**, die ihre nationalen Weltraumgesetze kürzlich angepasst haben, um auf NewSpace-Trends zu reagieren, **sollten** insoweit **berücksichtigt werden**, wie diese auch auf Deutschland übertragbar sind. Das umfasst im Wesentlichen die Regulierung von Klein- und Kleinstsatelliten sowie Haftungs- und Versicherungspflichten.

Entsprechend könnte auch in Deutschland überlegt werden, wie **Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren von vorneherein auch Klein- und Kleinstsatelliten erfassen** können und wie die Genehmigungsverfahren für diese Art von Satelliten auszugestaltet sind. Beispielsweise könnten für bestimmte Klein- und Kleinstsatellitenprojekte, insbesondere für universitäre Projekte, die Gebühren für Genehmigung und Aufsicht angemessen reduziert werden. **Haftungs- und Versicherungspflichten** sollten so ausgestaltet werden, dass sie **die nationale Industrie** im europäischen und internationalen Vergleich **nicht unangemessen benachteiligen** und Anreize für Neugründungen in Deutschland setzen. Hierzu sind die nötigen Abwägungen zwischen staatlichen Haftungsrisiken einerseits und dem Ziel der Förderung kommerzieller Betreiber, insbesondere von Klein- und Kleinstsatelliten, zu treffen. Auf bereits **etablierte internationale Standards und Richtlinien** könnte bei der Bestimmung der Maßnahmen im Hinblick auf die **Vermeidung von oder den Umgang mit Weltraummüll** zurückgegriffen werden. Auch hier könnte abgewogen werden, inwiefern Sonderregelungen für (nicht steuerbare) für Klein- und Kleinstsatelliten sinnvoll sind.

**Bestehende gesetzliche Regelungen** wie das Satellitendatensicherheitsgesetz oder das Telekommunikationsgesetz **sollten berücksichtigt werden**, um etwaige Widersprüche, z.B. in Bezug auf die Maßnahmen zur Vermeidung von Weltraummüll, zu vermeiden.



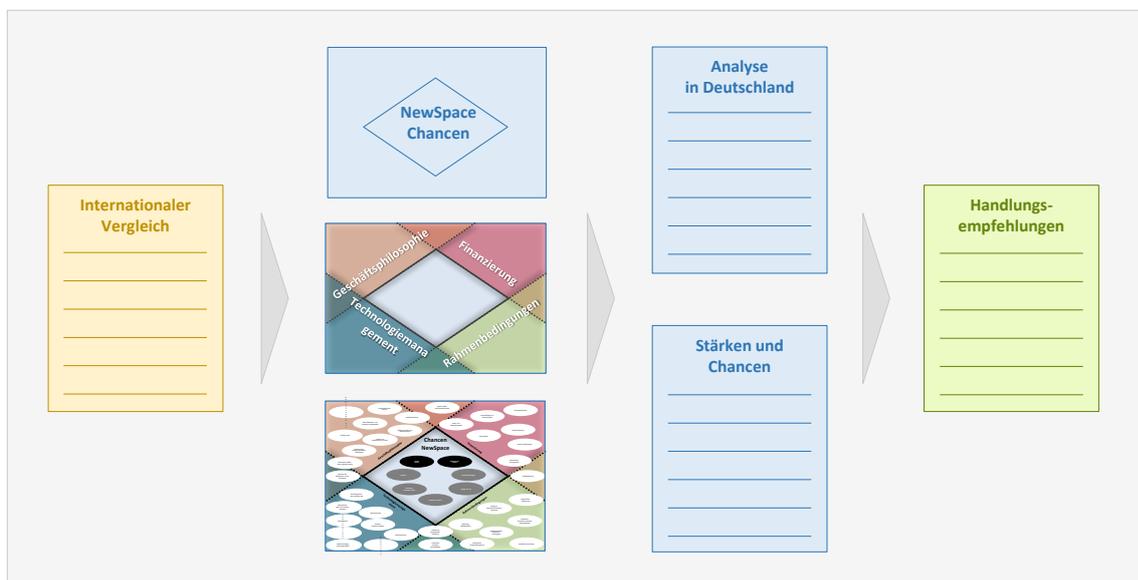
## 7. ANHANGSÜBERSICHT

---

- A1** Vorgehensweise und inhaltlicher Rahmen der Studie
- A2** Abkürzungen und Fachbegriffe
- A3** Finanzierungshistorie - SpaceX
- A4** Finanzierungshistorie - Spire
- A5** Finanzierungshistorie - PlanetLabs
- A6** Finanzierungshistorie - UrTheCast
- A7** Investmentaktivitäten des Space Angel Network (USA)
- A8** Regulatorische Aktivitäten in ausgewählten Ländern
- A9** Rechtliche Aspekte von On-orbit Servicing
- A10** Rechtliche Aspekte des Ressourcenabbaus im All
- A11** Rechtliche Aspekte agiler Softwareentwicklung
- A12** Rechtliche Aspekte von 3-D Fertigungsverfahren
- A13** Rechtliche Aspekte des Weltraumtourismus
- A14** Rechtliche Hintergründe zu innovationsorientierten Förder- und Vergabeinstrumenten
- A15** Vernetzung im NewSpace über Soziale Medien
- A16** Industrieworkshops im BMWI im Januar 2016
- A17** Quellenverzeichnis / Fußnoten

## A1: Studienrahmen und Vorgehensweise

Diese Studie ist ein Teil eines Aktionsplans von BMWI, DLR-Raumfahrtmanagement und BDLI, um die Rahmenbedingungen angesichts aktueller und zukünftiger Entwicklungen – insbesondere der rasanten Entwicklung der kommerziellen Raumfahrt in den USA – zu überprüfen. Schwerpunkte liegen bei der Analyse der aktuellen Voraussetzungen, der Identifizierung von Potentialen, Chancen und Risiken für den Raumfahrtstandort Deutschland sowie der Beschreibung politischer Handlungsfelder. Im Zeitraum Herbst 2015 bis Frühjahr 2016 wurden Experten konsultiert, relevante Konferenzen besucht, Industrieworkshops durchgeführt und unzählige Internetrecherchen durchgeführt. Die Dimensionen der Erfolgsfaktoren und die Erfolgsfaktoren selbst wurden iterativ erarbeitet und als Basis für die Studiengliederung herangezogen.



Hinsichtlich der Untersuchung rechtlicher Rahmenbedingungen hat die Studie zum Ziel, einen Überblick über die für NewSpace relevanten Fragestellungen zu geben. Dabei liegt der Fokus nicht alleine auf dem internationalen und nationalen Weltraumrecht; gewünscht war vielmehr eine möglichst breite Erfassung der für NewSpace wesentlichen Aspekte aus den unterschiedlichsten Rechtsgebieten. Klassische Rechtsfragen, wie sie sich etwa aus dem europäischen Beihilferecht oder in Bezug auf Geistiges Eigentum ergeben, werden ausgeklammert, soweit sich im Hinblick auf NewSpace nicht neue Aspekte ergeben. Die rechtlichen Fragestellungen werden nicht separat dargestellt, sondern in direktem Zusammenhang mit den wirtschaftlichen und technischen Aspekten. Nicht nur in den USA, sondern auch in europäischen Nachbarländern, hat der Gesetzgeber bereits auf NewSpace reagiert. Die Studie greift gesetzliche Maßnahmen in ausgewählten Ländern auf, ohne dabei Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben oder auf Detailfragen einzugehen.

## A2: Abkürzungen und Fachbegriffe

Abkürzung	Bedeutung
3ECOM-1	Name eines Antrags Luxemburgs bei der ITU zur Registrierung einer Satellitenkonstellation mit 264 Satelliten auf 12 verschiedenen Umlaufbahnen
Accelerator	Begriff aus dem Bereich Venture Capital. Es handelt sich hierbei um eine Institution, die durch intensives Coaching, junge Unternehmen zu einer schnellen, positiven Geschäftsentwicklung verhelfen will
ARTES	Advanced Research in Telecommunications Systems - ESA Forschungsprogramm für Telekommunikationssysteme
ASK-1	Name eines Antrags Norwegens bei der ITU zur Registrierung einer Satellitenkonstellation mit 10 Satelliten auf hochelliptischen Bahnen
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
Business Angel	Business Angels sind vermögende Privatpersonen, die direkt einen Teil Ihres Vermögens in neue und wachsende private Unternehmen investieren. Neben Kapital bringen viele Business-Angel-Investoren ihre Unternehmer- oder Managementenerfahrung in das Unternehmen ein.
CANPOL-2	Name eines Antrags Kanadas bei der ITU zur Registrierung einer Satellitenkonstellation mit 72 Satelliten auf 8 verschiedenen Umlaufbahnen
CCDev	Commercial Crew Development (US- Programm der NASA)
CCiCap	Commercial Crew Integrated Capability (NASA Entwicklungsprogramm)
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations - Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation
COFACE	Compagnie Française d'Assurance pour le Commerce Extérieur - Französische Kreditagentur zur Förderung von Exportgeschäften
COMM-STELLATION	Name eines Antrags Kanadas bei der ITU zur Registrierung einer Satellitenkonstellation mit 794 Satelliten auf 12 verschiedenen Umlaufbahnen
COTS	Commercial-off-the-shelf - Begriff für Komponenten und Teile, welche bereits kommerziell erhältlich sind und ohne weitere Modifikationen verwendet werden können
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency - Sonderbehörde des US-amerikanischen Verteidigungsministeriums zur Förderung der Entwicklung von Technologien mit Anwendungspotential für die US Streitkräfte
DIN	Deutsche Industrie-Norm(en)
Dealflow	Fachbegriff aus der Risikokapitalbranche: die Gesamtzahl der Finanzierungsanfragen
Disruptive Technologien	Eine disruptive Technologie (engl. disrupt – unterbrechen, zerreißen) ist eine Innovation, die eine bestehende Technologie, ein bestehendes Produkt oder eine bestehende Dienstleistung möglicherweise vollständig verdrängt.
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
DoC	Department of Commerce - Wirtschaftsministerium der USA

DoD	Department of Defense - Verteidigungsministerium der USA
DSP	Digitaler Signalprozessor
EAR	Export Administration Regulations - US-Amerikanische Regulierung für den Export von Industriegütern
EARSC	European Association of Remote Sensing Companies - Europäische Vereinigung der Unternehmen für Fernerkundung
EASA	European Aviation Safety Agency - Europäische Flugsicherheitsbehörde
EC	European Commission - Europäische Kommission
ECSL	European Centre for Space Law
ECSS	European Cooperation for Space Standardization - Initiative nationaler Raumfahrtagenturen, der Raumfahrtindustrie sowie der ESA zur Schaffung einheitlicher Normen und Standards innerhalb Europas
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service - Europäisches System zur Steigerung der Genauigkeit von Satellitennavigationsdaten
eightyLEO	Deutsche „Global Data and Network Management Company“ mit der Zielsetzung, die Digitalisierung und Business Transformation im Bereich des Industriellen Internet der Dinge und der M2M Kommunikation voranzutreiben.
EnMAP	Environmental Mapping and Analysis Program - Bezeichnung einer deutschen Satellitenmission
EO	Earth Observation - Erdbeobachtung
ESA	European Space Agency - Europäische Weltraumagentur
ESIF	Europäischer Struktur- und Investitionsfonds
EU	Europäische Union
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites - Zwischenstaatliche Organisation zum Betrieb meteorologischer Satelliten und der Datenverwertung
EXIM	Export-Import Bank of the United States - Offizielle Kreditbank der USA für den Exporthandel
F&E, FuE	Forschung und Entwicklung
FAA	Federal Aviation Administration - Nationale Luftfahrtaufsichtsbehörde der USA
FCC	Federal Communications Commission - Nationale Rundfunkaufsichtsbehörde der USA
GAFAM	Sammelbezeichnung für die Auflistung der fünf Internetgiganten: Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft
GEO	Geostationary Earth Orbit - Geostationärer Erdorbit, Umlaufbahn mit einer Bahnhöhe von 35.786 km
GEO / GEOSS	Group on Earth Observations / Global Earth Observing System of Systems

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenschluss mehrerer internationaler Organisationen der Erdbeobachtung zur Etablierung eines gemeinsamen und öffentlich zugänglichen Netzwerkes</li> </ul>
GPA	<p>Government Procurement Act</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durch die WTO erstellte Regulierung zu öffentlichen Beschaffungsmaßnahmen</li> </ul>
H2SAT	<p>Heinrich Hertz Projekt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Im Bau befindliche deutsche Satellitenmission zur Technologieerprobung</li> </ul>
HW	Hardware
Hybride Systeme	Plattformen die nicht ausschließlich Raumfahrtlösungen beinhalten, sondern ggf. auch Drohnen oder Höhenballons
IBA	<p>International Bar Association</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Internationale Anwaltskammer</li> </ul>
IISL	<p>International Institute of Space Law</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Internationales Institut für Weltraumrecht</li> </ul>
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IoT	<p>Internet of Things</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Internet der Dinge, beschreibt die zunehmende Vernetzung zwischen Endgeräten und den damit verbundenen Datenaustausch</li> </ul>
IPR	<p>Intellectual Property Rights</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewerbliche Schutzrechte wie Patente oder Markennamen</li> </ul>
ISO	Internationale Organisation für Normung
ISS	Internationale Raumstation
IT	Informationstechnologie
ITAR	<p>International Traffic and Arms Regulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulierung der USA zur Kontrolle von Ex- und Import von Gütern und Dienstleistungen der Rüstungsindustrie</li> </ul>
ITU	<p>Internationale Fernmeldeunion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonderorganisation der Vereinten Nationen zur Regelung und Zuweisung für die Nutzung von Frequenzen</li> </ul>
JAXA	<p>Japan Aerospace Exploration Agency</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Japanische Luft- und Raumfahrtagentur</li> </ul>
JSC	Jülich Supercomputing Centre
KFW	Kreditinstitut für Wiederaufbau
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LEO	<p>Low Earth Orbit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niederer Erdorbit, Umlaufbahnen bis 2000 km mittlere Bahnhöhe</li> </ul>
M2M	<p>Machine-to-Machine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatisierter Informationsaustausch zwischen jedweder Art von Endgeräten</li> </ul>
MCSat	Name eines Antrags Frankreichs bei der ITU zur Registrierung von 800 – 4000 Satelliten für Thales auf verschiedenen Umlaufbahnen

MEO	Medium Earth Orbit - Mittlerer Erdorbit, Umlaufbahnen zwischen 2000 km und 35000 km mittlerer Bahnhöhe
MIFR	Master International Frequency Register - Hauptregister der ITU über Frequenzen und deren Nutzung
Minimum Viable Product	Version eines neuen Produkts, das dem Entwicklungsteam erlaubt, maximal validierte Erfahrung über Kunden mit dem geringsten Aufwand zu erzielen
NASA	National Aviation and Space Administration - Bundesbehörde der USA für Luft- und Raumfahrt
NGA	National Geospatial-Intelligence Agency - Bundesbehörde der USA zur Datensammlung und Analyse von georeferenzierten Daten zur Unterstützung der Geheimdienste und des Militärs
NOAA	National Oceanic and Atmosphere Administration - Bundesbehörde der USA für Ozean- und Atmosphärenwissenschaften
OBDAH	On-board Data Handling - Subsystem einer Weltraumsonde, welche die aufgenommenen Daten speichert und verarbeitet
PCP	Pre-Commercial Procurement - Beschaffungsinstrument der Europäischen Kommission
PPI	Public Procurement of Innovation - Beschaffungsinstrument der Europäischen Kommission
PPP	Public-Private Partnership - Verschlüsselter Galileo Dienst, der widerstandsfähiger ist gegen Störsender, Signalüberlagerungen und Falschsignale.
PRS	Public Regulated Service - Partnerschaft zwischen der öffentlichen Hand und einem Privatunternehmen
QB-50	Bezeichnung für ein Projekt über ein Netzwerk aus 50 von verschiedenen Universitäten gebauten CubeSats, aus dem Forschungsrahmenprogramm FP7 der Europäischen Kommission
R&D	Research and Development - Forschung und Entwicklung
SaaS	Software as a Service (SaaS), ist ein Teilbereich des Cloud Computings. Das SaaS-Modell basiert auf dem Grundsatz, dass die Software und die IT-Infrastruktur bei einem externen IT-Dienstleister betrieben und vom Kunden als Dienstleistung genutzt werden.
SAR	Synthetic Aperture Radar - Spezielle Technik der abbildenden Radartechnik, Nutzung als Sensor zur Fernerkundung
SatcomBW	Satellitenprogramm der Bundeswehr zum Aufbau eines abhörsicheren Kommunikationssystems
SatDSiG	Satellitendatensicherheitsgesetz
SDR	Software-defined radio - Durch Software zur implementiertes Telekommunikationssystem auf regulärer Hardware

Serial Entrepreneur	Bezeichnung für Unternehmer, die schon mehrere Firmen gegründet haben
SICA	Spaceflight Informed Consent Act - Zur Förderung des Weltraumtourismus erlassenes Gesetz des US-Staates New Mexico über den Ausschluss der gesetzlichen Haftung der Betreiber für Verletzung und Tod der Passagiere
SNL	Space Network List - Liste der ITU mit Basisinformationen über bestehende und zukünftige Weltraumstationen, Boden- und Kontrollstationen sowie der Radioteleskope
SNS	Space Network Systems Online - Eine Datenbank der ITU über Anträge für Satelliten und Bodenstationen
SOMP-TUD	Student's Oxygen Measurement Project - Bezeichnung einer CubeSat-Mission der TU Dresden
SW	Software
TanDEM	TerraSAR-X-Add-on for Digital Elevation Measurements - Deutscher Radarsatellit zur stereographischen Vermessung der Erdoberfläche in Zusammenarbeit mit TerraSAR mittels SAR im X-Band
TerraSAR	- Deutscher Radarsatellit zur Gewinnung hochaufgelöster Radardaten
TKG	Telekommunikationsgesetz
TRL	Technology Readiness Level - Von der NASA eingeführte Skala zur Beurteilung des Entwicklungsstandes einer Technologie, wird auch von der ESA angewandt
UAV	Unmanned Aerial Vehicle - Unbemanntes Fluggerät, Drohne
UWE-2	University of Würzburg's Experimental - Bezeichnung einer CubeSat-Mission der Universität Würzburg
VASIMR	Variable Specific Impulse Magnetoplasma Rocket - Spezielle Variante eines magnetoplasmadynamischen Antriebs des Unternehmens Ad Astra Rocket Company
VC	Venture Capital: Risikokapital
VLSI	Very-large-scale integration - Verfahren zur Konstruktion eines integrierten Schaltkreises durch Kombination einer großen Anzahl von Transistoren auf einem einzigen Chip
WHÜ	Weltraumhaftungsübereinkommen - Übereinkommen über die völkerrechtliche Haftung für Schäden durch Weltraumgegenstände
WISC	Web-based Interface for Secure Communication - Ein Onlineportal der ITU für die Einreichung von Anträgen
WRV	Weltraumvertrag - Völkerrechtlicher Vertrag über die Grundsätze zur Regelung der Tätigkeiten von Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums einschließlich des Mondes und anderer Himmelskörper
WTO	World Trade Organization: Welthandelsorganisation

### A3: Finanzierungshistorie - SpaceX



Date	Amount / Round	Investors
Jan, 2015	\$1B / <b>Series E</b>	Capricorn Venture Partners Draper Fisher Jurvetson (DFJ) Fidelity Investments Founders Fund Google Valor Equity Partners
Dec, 2012	\$30M / <b>Series D</b>	Draper Fisher Jurvetson (DFJ) Rothenberg Ventures
Nov, 2010	\$50M / <b>Series C</b>	Draper Fisher Jurvetson (DFJ) Founders Fund Musket Research Associates Valor Equity Partners
Aug, 2009	\$30.4M / <b>Series B</b>	DFJ Growth Draper Fisher Jurvetson (DFJ) Scott Banister
Mar, 2009	\$15.0M / <b>Venture</b>	Undisclosed
Aug, 2008	\$20M / <b>Series A</b>	Founders Fund
Mar, 2006	\$100M / <b>Seed</b>	Elon Musk
<b>TOTAL</b>	<b>\$1,25B</b>	

Founded: 2012

Quelle: Crunchbase.com

## A4: Finanzierungshistorie - Spire



Date	Amount / Round	Investors
Jun, 2015	\$40M / <b>Series B</b>	Capricorn Venture Partners Draper Fisher Jurvetson (DFJ) Fidelity Investments Founders Fund Google Valor Equity Partners
Jun, 2015	\$2.9M / <b>Grant</b>	Scottish Enterprise
Jul, 2014	\$25M / <b>Series A</b>	RRE Ventures Emerge Lemnos Labs Mitsui & Co. Global Investment Moose Capital Promus Ventures Qihoo 360 Technology
Jul, 2013	\$300k / <b>Seed</b>	Grishin Robotics
Feb, 2013	\$1.2M / <b>Seed</b>	Beamonte Investments Emerge Fresco Capital Lemnos Labs Shasta Ventures
Jul, 2012	\$100k / <b>Product Crowdfunding</b>	—
<b>TOTAL</b>	<b>\$66.5M</b>	

Founded: 2012

Quelle: Crunchbase.com

## A5: Finanzierungshistorie - PlanetLabs



Date	Amount / Round	Investor
Apr, 2015	\$23M / <b>Series C</b>	International Finance Corp. Dylan Taylor Space Angels Network
Jan, 2015	\$70M / <b>Series C</b>	Data Collective AME Cloud Ventures Capricorn Investment Group Draper Fisher Jurvetson (DFJ) Felicis Ventures First Round Founders Fund Industry Ventures Innovation Endeavors Lux Capital Oreilly AlphaTech Ventures Ray Rothrock Syngenta Ventures Yuri Milner
Jan, 2015	\$25M / <b>Debt Financing</b>	Western Technology Investment
Dec, 2013	\$52M / <b>Series B</b>	YAME Cloud Ventures Capricorn Investment Group Data Collective Draper Fisher Jurvetson (DFJ) Felicis Ventures First Round Founders Fund Industry Ventures Innovation Endeavors Lux Capital Oreilly AlphaTech Ventures Ray Rothrock
Jun, 2013	\$13.1M / <b>Series A</b>	Capricorn Investment Group Data Collective Draper Fisher Jurvetson (DFJ) FF Angel LLC First Round Innovation Endeavors Oreilly AlphaTech Ventures
<b>TOTAL</b>	<b>\$158.1M</b>	

Founded: December 29, 2010 Quelle: Crunchbase.com

## A6: Finanzierungshistorie - UrTheCast



Jul, 2015	\$76,5M Subscription receipts / Convertible Notes through public offering
Apr, 2015	\$13,3M Share Sale, public offering
Dec, 2013	\$10M / Venture
Aug, 2012	\$4.5M / Venture

Börsengang im Juni 2013, Gegründet: 2010

Quellen: Crunchbase, Yahoo Finance, bctechnology.com

2011	2015
 <p><b>T-Systems Cloud Computing Challenge Winner 2011</b></p> <p><b>URTHECAST - EARTH VIDEO CAMERA</b></p> <p><b>Data in Use</b> Data will be obtained via UrtheCast cameras mounted on the Russian segment of the International Space Station.</p> <p><b>Service summary</b> UrtheCast is launching a platform to provide the world's first HD streaming video of planet Earth from space. Two cameras mounted on the ISS will send images and video to ground stations on Earth, which will process and stream them to users on the Internet, television channels, and smartphones. UrtheCast plans to utilise existing imagery of Earth both to build the web platform and leverage the infrastructure, relationships, and resources of GMES.</p> <p><b>Customer Benefit</b> UrtheCast will generate significant awareness worldwide. Unique applications will include social media, environmental monitoring, education, and more.</p> <p><b>The Expertise</b> «UrtheCast scored highest because the company convinced with a clear go-to-market strategy, their technical description of the proposed solution, and its innovative use of GMES data and cloud computing.»</p> <p><b>Jerry de la Mar</b> Head of International Sales - Public Sector T-Systems International GmbH</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 Deimos Satelliten (310kg) mit 20m und 0,7m Auflösung</li> <li>▪ 50 Mitarbeiter in Spanien</li> <li>▪ Globales Bildarchiv</li> <li>▪ Akquiriert für ~ \$ 80 M von</li> </ul> 

## A7: Investmentaktivitäten des Space Angel Network (USA)

Date	Invested In	Round
Oct, 2015	Planetary Resources	\$12.23M / Series A
Jul, 2015	AirMap	\$2.6M / Seed
May, 2015	OmniEarth	\$5M / Series A (Lead)
Apr, 2015	Planet Labs	\$23M / Series C
Jan, 2015	Flirtey	undisclosed amount / Seed
Jan, 2015	Golden Spike	undisclosed amount / Seed
Jul, 2014	Ansible SCS	undisclosed amount / Seed
May, 2014	XCOR Aerospace	\$14.2M / Series B (Lead)
2014	Firefly Space Systems	undisclosed amount / Series A
2014	World View Enterprises	undisclosed amount / Series A
Jul, 2013	Planetary Resources	\$1.5M / Seed
Jun, 2013	NanoRacks	\$2.6M / Series A
2013	Deep Space Industries - DSI	undisclosed amount / Seed
2013	Firefly Space Systems	undisclosed amount / Seed
Feb, 2012	XCOR Aerospace	\$5M / Venture
Jun, 2011	ICON Aircraft	\$25M / Venture
Jun, 2011	NanoRacks	undisclosed amount / Seed
2011	Altius Space Machines	undisclosed amount / Seed
2011	Laser Motive	undisclosed amount / Seed
Mar, 2009	Airship Ventures	\$2.5M / Series B
2009	Astrobotic Technology	undisclosed amount / Seed
2009	Planetary Power	undisclosed amount / Seed
Oct, 2008	Space Adventures	undisclosed amount / Angel
May, 2008	Airship Ventures	\$8M / Series A
2008	Orbital Outfitters	undisclosed amount / Seed
Jun, 2007	XCOR Aerospace	undisclosed amount / Angel
2006	Zero Gravity	undisclosed amount / Seed
2006	Rocket Racing League	undisclosed amount / Seed



Quelle: Crunchbase.com

## **A8: Regulatorische Aktivitäten in ausgewählten Ländern**

In mehreren Staaten wurden bereits gesetzlich auf die Entwicklungen von NewSpace reagiert, sei es durch Verabschiedung neuer oder durch Änderung bestehender Gesetze. Die folgende Darstellung stellt eine Auswahl dar, unter anderem da über die genaue gesetzliche Lage etwa in Russland oder in China kaum verlässliche aktuelle Informationen vorliegen.

### **a) USA**

Die USA sind seit jeher führend bei der Kommerzialisierung der Raumfahrt und haben schon früh nationale Gesetze für private Raumfahrtaktivitäten erlassen. Kürzlich wurde eine umfassende Reform der nationalen Weltraumgesetze verabschiedet, die darauf abzielt, die Führungsposition der amerikanischen Weltraumindustrie zu erhalten und zu steigern. Neben den nationalen Weltraumgesetzen haben die US Regeln zur Exportkontrolle großen Einfluss auf die Weltraumindustrie, auch über die nationalen Grenzen hinaus. Auch in diesem Bereich wurden die geltenden Bestimmungen kürzlich umfassend reformiert. Schließlich wurden kürzlich Maßnahmen in Zusammenhang mit der Außenwirtschaftsförderung getroffen.

### **Weltraumgesetzgebung**

Für den Start, Betrieb und Wiedereintritt von Weltraumobjekten gelten in den USA verschiedene Genehmigungsverfahren, die sich teilweise überschneiden. So bedarf

- der Start und Wiedereintritt eines Weltraumobjektes einer Genehmigung durch die FAA, die an den Startdienstleister bzw. den Betreiber eines Weltraumbahnhofes zu erteilen ist (Commercial Space Launch Act of 1984, Title 51 of the United States Code(USC) Chapter 509; FAA Regulations, Title 14 CFR Part 400 et seq.),
- die Frequenznutzung durch Satelliten der Genehmigung durch die FCC, wobei diese auch Verpflichtungen zur Vermeidung von Weltraummüll festlegt (Radio Communications Act of 1934, Title 47 USC Section 151 et seq.; Communication Satellite Act of 1962, , Title 47 USC Section 701 et seq.; FCC Regulations, Satellite Communication, Title 47 CFR Part 25),
- der Betrieb eines Erdbeobachtungssystems einer Genehmigung durch die NOAA, die insbesondere darauf abzielt, dass durch den Betrieb eines Erdbeobachtungssystems nicht die nationale Sicherheit der USA gefährdet wird. Auch diese Genehmigung enthält Bedingungen zur Vermeidung von

Weltraummüll (National and Commercial Space Programs Act of 2010, Subtitle VI Earth Observation, Chapter 601 Land Remote Sensing Policy, Title 51 USC Chapter 601; Department of Commerce Regulations, Licensing of Private Land Remote Sensing Space Systems, Title 15 CFR Part 960).

Nach der geltenden Rechtslage sind allerdings bestimmte Aktivitäten nach der Startphase nicht mehr bzw. nur begrenzt Gegenstand von Genehmigungsverfahren, insbesondere außerhalb klassischer Nutzungen des Weltraums wie Telekommunikation oder Erdbeobachtung. Zunehmend wird kritisiert, dass die amerikanische Weltraumgesetzgebung für neue Formen der kommerziellen Nutzung des Weltraums nicht ausreichend ist.

Nach dem Commercial Space Launch Competitiveness Act („Space Act 2015“) sind die zuständigen Behörden nun verpflichtet, innerhalb von 4 Monaten nach Inkrafttreten des Gesetzes (also bis Ende März 2016)

- zu erfassen, welche Formen der kommerziellen Weltraumnutzung es gibt und welche für die Zukunft geplant sind,
- zu identifizieren, welche Behörde(n) für die Genehmigung der neuen Formen der kommerziellen Weltraumnutzung zuständig sein soll(en),
- einen Ansatz zur Genehmigung und Überwachung zu entwickeln, der die Entwicklung der privaten Weltraumindustrie fördert und den internationalen Verpflichtungen der USA gerecht wird und
- Berichte hierüber vorzulegen.

Für Suborbitalflüge regelt der Space Act 2015, dass

- die so genannte „learning period“ verlängert wird, d.h. das erst ab 2023 Sicherheitsbestimmungen für solche Flüge erlassen werden dürfen,
- in der Zwischenzeit freiwillige Selbstverpflichtungen von der Industrie zu entwickeln sind.

Bezüglich Erdbeobachtungsaktivitäten zielt der Space Act 2015 vor allem darauf ab, die Genehmigungsverfahren zu beschleunigen. Die NOAA ist verpflichtet, jährlich zu berichten, wie viele Genehmigungsverfahren länger als die gesetzlich vorgegebenen 120 Tage benötigten und warum dies der Fall war.

Der letzte und umstrittenste Abschnitt des Space Act 2015 befasst sich mit dem Abbau von Rohstoffen im All. Demnach ist jeder US Bürger berechtigt, Weltraumrohstoffe zu besitzen, sich anzueignen, zu transportieren, zu nutzen und zu verkaufen. Ob und inwiefern der Abbau von Rohstoffen einer gesonderten Genehmigung bedarf, wird durch den Space Act 2015 nicht festgelegt. Diese Frage soll Gegenstand eines Berichtes des Präsidenten sein, der innerhalb von sechs Monaten nach Inkrafttreten des Gesetzes (also bis Ende Mai 2016) vorzulegen ist.

Insgesamt wird erwartet, dass es auf Basis der gemäß dem Space Act 2015 anzufertigenden Berichte eine Vielzahl von Gesetzgebungsinitiativen geben wird. Ein Vertreter der FAA hat allerdings jüngst erklärt, dass im Jahr 2016 nicht mit der Umsetzung des Space Act 2015 zu rechnen sein wird, da die Auswertung der Berichte voraussichtlich ein erhebliches Maß an Zeit in Anspruch nehmen werde. Eine abschließende Bewertung der Auswirkungen des Space Act 2015 auf die Kommerzialisierung der Raumfahrt wird somit wohl frühestens 2017 möglich sein. Der Space Act 2015 ist somit in weiten Teilen eher eine „Roadmap“ für spätere Reformen.

Neben dem Space Act 2015 wird es laut verschiedenen Presseberichten<sup>1</sup> in Kürze ein weiteres Gesetzgebungsvorhaben zur Kommerzialisierung der Raumfahrt geben. Der so genannte „American Space Renaissance Act“ des Abgeordneten Jim Bridestine soll unter anderem Anreize dafür schaffen, dass die US Regierung verstärkt auf kommerzielle Dienstleistungen zurückgreift. Ein erster Entwurf des American Space Renaissance Act wird in Kürze erwartet.

Die verstärkte Nutzung kommerzieller Dienstleistungen stößt allerdings auch auf Ablehnung. So hat sich die Vorsitzende der NOAA – Kathryn Sullivan – im Rahmen der Haushaltsberatungen für das Jahr 2017 sehr kritisch zu der Verwendung von kommerziellen Wetterdaten für die Wettervorhersagen der NOAA geäußert.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Defense Daily vom 29 Februar 2016, „Bridestine to Release Space Bill in Matter of Weeks“, [http://www.defensedaily.com/bridenstine-to-release-space-bill-in-matter-of-weeks/#.VtV19s5h\\_bU.twitter](http://www.defensedaily.com/bridenstine-to-release-space-bill-in-matter-of-weeks/#.VtV19s5h_bU.twitter); SpaceNews vom 26 Februar 2016, „Bridestine to introduce space policy bill in April“, <http://spacenews.com/bridenstine-to-introduce-space-policy-bill-in-april/>.

<sup>2</sup> SpaceNews vom 17 März 2016, „NOAA administrator skeptical about commercial weather data“, <http://spacenews.com/noaa-administrator-skeptical-about-commercial-weather-data>.

## Exportkontrolle

Die Vorschriften des Außenwirtschaftsrechts in den USA wurden in den letzten Jahren umfassend reformiert. Die Reform diene vor allem auch dazu, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der amerikanischen Industrie zu steigern.

Der seit über zehn Jahren bestehende Grundsatz, dass raumfahrttypische Produkte und Bauteile als militärisch kontrollierte Güter eingestuft werden, gilt für kommerzielle Telekommunikationssatelliten nicht mehr. Zehntausende von ehemals durch die Traffic in Arms Regulations (ITAR) erfassten und vom Department of State regulierten Rüstungsgüter sind nicht mehr von der Munitions List der ITAR, sondern von der Commerce Control List erfasst. Für diese gelten jetzt die Export Administration Regulations (EAR) unter Zuständigkeit des Department of Commerce (DoC). Neben Verringerung des administrativen Aufwandes sollen die Neuregelungen vor allem die internationale Wettbewerbsfähigkeit der amerikanischen Industrie steigern. Aufgrund der strengen Regeln hatten nichtamerikanische Unternehmen so weit wie möglich versucht, auf US-amerikanische Bauteile für Ihre Raumfahrtprodukte zu verzichten. Insbesondere europäische Unternehmen haben Bauteile selbst entwickelt („ITAR free“). Da viele der ehemaligen ITAR-Güter nun zu Dual Use-Gütern der EAR geworden sind, sind die US-Kontrollen im Hinblick auf deren Reexporte weniger streng.

Im Rahmen der Exportkontrollreform wurde der zentrale Begriff „specially designed“ angepasst. Der Begriff entspricht in den deutschen und europäischen Vorschriften dem Wortlaut „besonders konstruiert“. Der Begriff wird sowohl in den ITAR als auch in den EAR verwendet und in beiden Regelungswerken gleichlautend definiert. Gefolgt wird dabei dem sogenannten „catch and release approach“. In einem ersten Schritt wird festgelegt, was alles als „specially designed“ anzusehen ist. Hier ist die Definition sehr weitreichend („the catch“). Im zweiten Schritt werden dann fünf Gruppen von Gütern definiert, welche aufgrund ihrer Eigenschaft wieder aus der Definition herausfallen („the releases“). Aufgrund der weiten Fassung der Releases sind mittlerweile eine Menge Güter nicht mehr erfasst; weder als militärische noch als Dual Use-Güter. Hierunter fallen jetzt beispielsweise Schrauben, Muttern, Unterlegscheiben usw. sowie Güter, deren technische Fähigkeiten keine besonderen Kontrollen notwendig machen.

Die US-Exportkontrollreform hat auch für europäische Raumfahrtunternehmen Vorteile und Erleichterungen mit sich gebracht hat. Trotzdem sind europäische Endprodukte immer noch von den US-amerikanischen Vorschriften für Rüstungsgüter erfasst.

## Außenwirtschaftsförderung

In den letzten Jahren hat die US Export Kredit Bank (EXIM) eine große Rolle bei exportbezogenen Raumfahrtprojekten gespielt. Seit 2002 hat EXIM Satellitengeschäfte mit einem Volumen von 4,8 Milliarden USD gestützt, den Großteil davon ab 2010. Alleine in den Jahren 2011 und 2012 stellte sie Sicherheiten für Satellitengeschäfte in Höhe von insgesamt 2,7 Milliarden USD.

Das Auslaufen der Genehmigungen für die EXIM im Juli 2015 hatte daher unmittelbare Konsequenzen für die amerikanische Weltraumindustrie. Mehrere grenzüberschreitende Geschäfte über den Kauf von US Satelliten sollen deshalb nicht zu Stande gekommen sein.

- Am 21.09.2015 äußerte die Firma Orbital ATK, dass sie einen Bieterwettbewerb bezüglich des Azerspace-2 Satelliten bei der Regierung von Aserbaidschan verloren habe, weil die EXIM keine Finanzierung mehr garantieren könne.<sup>3</sup>
- Boeing Space and Intelligence Systems verlor eine Satellitenbestellung im Wert von mehreren hundert Millionen USD durch ein in Hong Kong sitzendes Unternehmen, weil es keine EXIM-Finanzierung mehr gab. Bereits 2014 kündigte Boeing an, wegen der ungewissen Zukunft der EXIM möglicherweise Jobs streichen zu müssen.<sup>4</sup>

Erst Anfang Dezember wurden neue Genehmigungen gesetzlich erteilt, sie gelten jetzt bis Ende 2019. Es kann erwartet werden, dass die EXIM in den nächsten Jahren weiterhin eine große Rolle bei Exportgeschäften der amerikanischen Raumfahrtindustrie spielen wird.

## b) Frankreich

Die nationale Weltraumgesetzgebung in Frankreich gilt als eines der umfassendsten und praktisch bedeutendsten Regelwerke innerhalb Europas. Im Zeitraum von 2009-2013 wurden rund 50 Genehmigungen unter dem Gesetz erteilt.

Ab 2021 sollen die Regelungen des Gesetzes zur Vermeidung von Weltraummüll, die gegenwärtig von der Industrie nur auf freiwilliger Basis umzusetzen sind, verbindlich werden. Die Regelungen gehen über die geltenden internationalen Richtlinien insofern

---

<sup>3</sup> SpaceNews vom 22. September 2015, „Orbital Blames Lost Satellite Deal on Ex-Im Closure“, <http://spacenews.com/orbital-blames-lost-satellite-deal-on-ex-im-closure/>.

<sup>4</sup> SpaceNews vom 25 August 2015, „Boeing Satellite Division Eyes ‘Several Hundred’ Layoffs“, <http://spacenews.com/boeing-satellite-division-eyes-several-hundred-layoffs/>.

hinaus, als dass sie nach dem Ende der Lebenszeit eines Satelliten einen kontrollierten Wiedereintritt verlangen. Bei einer strikten Umsetzung dieser Vorgabe würden Klein- und Kleinstsatellitenprojekte erheblich erschwert, da für diese ein kontrollierter Wiedereintritt mangels Steuerungsmöglichkeit nicht sichergestellt werden kann. Gegenwärtig wird daher diskutiert, ob die Regelungen zum kontrollierten Wiedereintritt eventuell noch länger als unverbindlich gehandhabt werden sollen.

### **c) Niederlande**

Die Niederlande sind einer der ersten europäischen Staaten, in denen „NewSpace“ zu gesetzgeberischen Initiativen geführt hat. Treibende Kraft für die Reform des nationalen Weltraumrechts waren Regelungslücken in Bezug auf Klein- und Kleinstsatelliten. Der von der Firma Innovative Solutions In Space (ISIS) entwickelte und 2013 gestartete Kleinstsatellit TRITON-1 fiel nach der früheren Fassung des Gesetzes nicht unter die Genehmigungspflicht, da diese nur in Bezug auf steuerbare Satelliten galt. Mit Inkrafttreten einer Gesetzesänderung fallen seit Juli 2015 nun auch Klein- und Kleinstsatelliten, die nicht steuerbar sind, unter die Genehmigungspflicht nach dem nationalen Weltraumgesetz der Niederlande.

Die niederländische Firma Space Experience Curacao (SXC) plant, Weltraumtourismusflüge von der Insel Curacao aus anzubieten. Sollten sich diese Pläne konkretisieren, wird zu prüfen sein, ob und in welchem Umfang die Genehmigungsverfahren nach dem niederländischen Gesetz zur Anwendung kommen. Dies könnte in den nächsten Jahren zu weiteren Gesetzesänderungen führen.

### **d) Belgien**

Ähnlich wie in den Niederlanden waren auch in Belgien Betreiber von Klein- und Kleinstsatelliten bis vor kurzem nicht von den Genehmigungsverfahren des nationalen Weltraumrechts erfasst, da nur die Steuerung eines Satelliten von belgischem Territorium genehmigungspflichtig war. Dementsprechend erklärte die zuständige Behörde, dass sie die Mission des von der Universität Liege entwickelten Kleinstsatelliten OUFIT, der ursprünglich im Jahre 2009 gestartet werden sollte, nicht lizenzieren würde.<sup>5</sup> Im Jahre 2013 wurde das belgische Weltraumgesetz dahingehend geändert, dass im Falle von nicht steuerbaren Satelliten derjenige eine Betreiberlizenz zu beantragen hat, der den Start des Satelliten beauftragt. Nach der Gesetzesänderung wurde eine (bis jetzt die einzige) Lizenz nach dem belgischen Weltraumgesetz erteilt. Sie umfasst den Start von zwei Satelliten des QB-50 Projektes, ein internationales

---

<sup>5</sup> Der Start wurde aufgrund technischer Probleme mehrfach verschoben und hat bis heute nicht stattgefunden.

Projekt für eine Konstellation von 50 Kleinstsatelliten. Die zuständige Behörde hat zugesichert, auch für die weiteren Satelliten Betreiberlizenzen zu erteilen und diese in ihrem nationalen Register aufzuführen, auch dann wenn die Satelliten von Projektpartnern aus anderen Ländern gebaut und beigestellt werden.

Die Genehmigungsvoraussetzungen des belgischen Gesetzes sind generisch und können für jeden Einzelfall von der Genehmigungsbehörde bestimmt werden. Dieser Ansatz erlaubt es, auf technische und kommerzielle Entwicklungen flexibel reagieren zu können. Darüber hinaus kann die Genehmigungsbehörde Haftungsverpflichtungen unter Berücksichtigung des Umsatzes des Betreibers festlegen. Insbesondere kleineren Unternehmen kann so der Zugang zum Markt erleichtert werden.

### **e) Österreich**

In Österreich wurde die nationale Weltraumgesetzgebung von Anfang an auf den Start und Betrieb von Klein- und Kleinstsatelliten zugeschnitten. Der Anlass für die Verabschiedung des im Dezember 2011 in Kraft getretenen Weltraumgesetzes war die Entwicklung der ersten beiden österreichischen Kleinstsatelliten - UniBRITE und TUGSAT-1. Allerdings wurde für diese beiden Satelliten letztlich keine Genehmigung nach dem österreichischen Weltraumgesetz erteilt, da zum Zeitpunkt des Starts (2013) die notwendige Durchführungsverordnung, die das Genehmigungsverfahren im Einzelnen regelt, noch nicht in Kraft war.

Der Anwendungsbereich des österreichischen Weltraumgesetzes ist so weit gefasst ist, dass auch (nicht steuerbare) Klein- und Kleinstsatelliten erfasst sind. Für Klein- und Kleinstsatelliten, die „ der Wissenschaft, Forschung oder Ausbildung dienen“, kann die Höhe der Pflichtversicherung gesenkt werden; es kann sogar ganz von einer Versicherungspflicht abgesehen werden.

### **f) Großbritannien**

Das Genehmigungsverfahren für private Weltraumaktivitäten im Vereinigten Königreich ist gegenwärtig Gegenstand von Reformen. Diese verfolgen das Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der britischen Weltraumindustrie zu erhalten und zu sichern. Gegenstand der Reformüberlegungen sind vor allem die Haftungsregelungen, auch mit Blick auf Klein- und Kleinstsatelliten. Nach der früheren Regelung waren Satellitenbetreiber verpflichtet, den Staat von Haftungsansprüchen in unbegrenzter Höhe freizustellen. Die unbegrenzte Haftung wurde von der Industrie, auch mit Blick auf Regelungen in anderen Staaten, immer mehr kritisiert. 2013 wurde ein Konsultationsverfahren durchgeführt, in dem sich die überwiegende Mehrheit für eine

angemessene Begrenzung der Haftung aussprach. Im Oktober 2015 wurde eine Neuregelung eingeführt, nach der für neue Lizenzen eine Risikobewertung im Einzelfall durchgeführt wird, anhand derer die Haftungshöhe individuell bestimmt und als Lizenzbedingung aufgenommen wird. Soweit es sich um den Start einzelner Satelliten mit bewährten Plattformen und Trägern handelt, soll die Haftungsgrenze auf 60 Mio. EUR festgelegt werden. Die Regelung gilt zunächst nur für neue Lizenzverfahren, Inhaber einer früher erteilten Lizenz können jedoch die nachträgliche Einführung einer Haftungsobergrenze beantragen. Als eine weitere Maßnahme wurde bereits Ende 2014 beschlossen, keine Mehrwertsteuer mehr auf Versicherungsprämien für Weltraumversicherungen zu erheben.

Die UK Space Agency hat untersucht, inwieweit besondere Lizenzierungsbedingungen für Klein- und Kleinstsatelliten eingeführt werden. Sie hat dazu Empfehlungen auf Basis eines Ampelsystem erarbeitet, welches sich an den standardisierten Designs für CubeSats orientiert. Anhand dieses Ampelsystems sollen die Risiken kategorisiert werden, um etwaige Versicherungspflichten bzw. Haftungsobergrenzen zu bestimmen. Die Empfehlungen waren bis September 2015 Gegenstand eines Konsultationsverfahrens. Es kann erwartet werden, dass auf Basis der Ergebnisse demnächst Vorschläge für eine entsprechende Gesetzesänderung vorgelegt werden.

Auch im Vereinigten Königreich könnten die in Anhang A13 beschriebenen Rechtsfragen im Zusammenhang mit Weltraumtourismus relevant werden, falls bestimmte Pläne, Suborbitalflüge von Schottland zu starten, in die Realität umgesetzt werden.

### **g) Australien**

Im Oktober 2015 hat die australische Regierung einen Überprüfungsprozess hinsichtlich der nationalen Weltraumgesetzgebung (Space Activities Act 1998 und Space Activities Regulations 2001) eingeleitet. Es soll überprüft werden, ob die geltenden gesetzlichen Grundlagen für die gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklungen in der Raumfahrt noch geeignet sind und ob sie einen angemessenen Ausgleich zwischen den völkerrechtlichen Verpflichtungen Australiens und dem Wunsch nach einer Förderung der Industrie und kommerzieller Raumfahrtaktivitäten schaffen. Hintergrund dieses Überprüfungsprozesses ist unter anderem, dass das australische Weltraumgesetz zwar zur Förderung und Reglementierung von Startdienstleistern erlassen wurde, sich aber in der Realität kein australischer Startdienstleister am Markt durchsetzen konnte. Vielmehr haben sich große Satellitenbetreiber in Australien entwickelt, deren Aktivitäten allerdings nur begrenzt von dem geltenden Recht erfasst sind.

Der Überprüfungsprozess erfolgt in zwei Phasen, beginnend mit einer Konsultation der involvierten öffentlichen Stellen. Dieser Prozess sollte bereits im November 2015 abgeschlossen sein und in ein Grundlagendokument münden. Anschließend soll bis April 2016 eine öffentliche Konsultation mit der Industrie, Forschungseinrichtungen und anderen interessierten Gruppen geführt werden.

*“We must ensure Australia’s civil space regulation effectively stimulates innovation and investment in this growing industry sector. At the same time we need to be able to effectively meet our international obligations in managing the space environment, for example, the proliferation of space debris.”*

*(Christopher Pyne, Minister for Industry, Innovation and Science)*

Im Rahmen des Überprüfungsprozesses soll insbesondere untersucht werden, ob die nationale Weltraumgesetzgebung

- Innovation und die Entwicklung neuer Technologien fördert;
- private Investitionen und Unternehmertum unterstützt und die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie in globalen Märkten stärkt;
- den Staat angemessen vor Haftungsrisiken durch private Raumfahrtaktivitäten schützt;
- neue Herausforderungen wie den Umweltschutz im Weltraum oder auch Konvergenzentwicklungen angemessen adressiert;
- auf andere relevante nationalen Gesetzen und die völkerrechtlichen Verpflichtungen abgestimmt ist und unnötige Regulierung vermeidet;
- die notwendige Grundlage für zivile staatliche Raumfahrtaktivitäten schafft.

Diese sechs Punkte bilden die Grundlage des weiteren Prozesses. Nach Durchführung der Konsultationen soll bis Juli 2016 die Auswertung der Ergebnisse erfolgen. Anschließend werden die Ergebnisse politisch bewertet und könnten zu Änderungen oder Ergänzungen der nationalen Weltraumgesetze führen.

## A9: Rechtliche Aspekte von On-orbit Servicing

On-orbit Servicing (OOS) umfasst Weltraumaktivitäten, die darauf abzielen, einen im Orbit befindlichen Weltraumgegenstand zu erhalten, zu reparieren, aufzuwerten, mit neuem Treibstoff zu versorgen oder aus seiner Umlaufbahn in einen Friedhofsorbit oder kontrolliert in die Erdatmosphäre zu bringen. Eine kürzlich veröffentlichte Untersuchung zeigt das kommerzielle Potential von OOS, insbesondere zur Verlängerung der Nutzungsdauer geostationärer Satelliten.<sup>6</sup> In mehreren Ländern wurden Projekte zur Entwicklung der entsprechenden Technologien durchgeführt. In Deutschland wurde vor allem die Entwicklung von Robotertechnologie für OOS vorangetrieben. Das DLR arbeitet gemeinsam mit der Industrie im Rahmen des DEOS-Projekts daran, zu demonstrieren, wie unkontrollierbare Satelliten sicher angefliegen und eingefangen werden können. Allgemein wird allerdings davon ausgegangen, dass sich ein kommerzieller Markt für OOS ohne staatliche Ankerkunden nicht entwickeln wird.

Rechtliche Fragestellungen gelten als eines der wesentlichen Hindernisse für die kommerzielle Einführung von OOS. Dies betrifft insbesondere das internationale und nationale Weltraumrecht. Die Diskussion in internationalen Gremien wird vor allem durch die Sorge bestimmt, dass OOS-Technologien auch dafür eingesetzt werden können, Satelliten anderer Staaten unter Kontrolle zu bringen, außer Betrieb zu setzen, oder sogar zu zerstören. Eine solche potentielle militärische Nutzung der Technologie erschwert die Einigung auf internationale Regelungen.

Nationale Weltraumgesetze enthalten bislang keine Sonderregelungen für die Genehmigung von OOS bzw. die Aufsicht über entsprechende Dienstleistungen. In vielen Staaten beschränken sich die entsprechenden Regelungen auf den Start von Weltraumgegenständen bzw. ihre Rückführung. Bei Einführung kommerzieller OOS-Dienste müssten die nationalen Regelungen entsprechend überprüft und ggf. angepasst werden.

Bezüglich Hoheitsgewalt und Kontrolle ist hervorzuheben, dass gemäß Art. VIII des Weltraumvertrages ein Weltraumgegenstand auch nach Ende der Lebensdauer der Hoheitsgewalt und Kontrolle des Registerstaates unterworfen ist. Demnach ist für den Einsatz von OOS das Einverständnis des Staates einzuholen, welcher den zu bedienenden Weltraumgegenstand in seinem nationalen Register aufgeführt hat. Es

---

<sup>6</sup> Graham / Kingston, Assessment of the commercial viability of selected options for on-orbit servicing (OOS), *Acta Astronautica*, vol. 117 (2015), Seite. 38.

wird dabei diskutiert, ob und in welchem Umfang dies auch bei dem Einsatz von OOS zur Beseitigung von Weltraummüll gelten soll. Ohne explizites Einverständnis des betroffenen Staates wären ansonsten Maßnahmen zur Beseitigung von Weltraummüll nicht möglich.

Von besonderer Bedeutung sind Haftungsfragen im Zusammenhang mit OOS. So kann der Dienstleister, z.B. während des Andockens, einen Schaden an dem zu bedienenden Weltraumgegenstand verursachen. Außerdem kann, wenn ein OOS-Satellit die Steuerung des zu bedienenden Satelliten übernimmt, ein Schaden an anderen Weltraumgegenständen, z.B. im Falle der Kollision, verursacht werden. Nach dem Haftungsübereinkommen kommt es bei Schäden im Weltraum auf die Frage des Verschuldens an. Wie diese Frage im Falle von OOS zu bewerten wäre, ist bislang nicht geklärt. Auf nationaler Ebene ist insofern zu beachten, dass es in vielen Staaten keine Versicherungspflicht für den Betrieb von Weltraumgegenständen im Orbit besteht, sondern nur für die Startphase. Würde der Geschädigte oder ein Staat im Schadensfall Rückgriff auf den OOS-Betreiber nehmen, wäre dies nur durch ggf. freiwillig abgeschlossene Versicherungen abgedeckt.

Im Hinblick auf Frequenzen sind Störungen zwischen dem OOS-Satelliten mit dem zu bedienenden Satelliten zu vermeiden. Dies bedarf aber nicht zwangsläufig einer Änderung der bestehenden internationalen oder nationalen Regelungen, sondern kann auf vertraglicher Ebene zwischen den Parteien vereinbart werden.

Letztlich besteht die Möglichkeit, dass über OOS auf Daten oder Technologien des zu bedienenden Satelliten zugegriffen wird, welche der Exportkontrolle unterliegen. Bei einer umfangreichen kommerziellen Einführung von OOS wären auch solche Szenarien zu bedenken.

## **A10 : Rechtliche Aspekte des Ressourcenabbaus im All**

Der Abbau von Ressourcen auf dem Mond, Asteroiden oder anderen Himmelskörpern ist sicher noch Zukunftsmusik. Dennoch gibt es in den USA bereits mehrere Unternehmen, welche Konzepte für solchen Ressourcenabbau entwickeln und versuchen, Investoren zu ihrer Realisierung zu finden.

In den USA wurde kürzlich mit Verabschiedung des Commercial Space Launch Competitiveness Act das erste Mal weltweit eine gesetzliche Regelung für den Ressourcenabbau im All geschaffen. Dies wurde von den entsprechenden Unternehmen euphorisch begrüßt.

*“This is the single greatest recognition of property rights in history.”*

*(Eric Anderson, Planetary Resources, Inc.)*

*“Our nation’s continued leadership and prosperity in space is enabled by this new law. Planetary Resources is grateful for the leadership shown by Congress in crafting this legislation and for President Obama signing H.R. 2262 into law.”*

*(Peter Marquez, Planetary Resources, Inc.)*

Außerhalb der USA hat dies dagegen unmittelbar zu teilweise auch scharfer Kritik geführt. Aus völkerrechtlicher Sicht ist fraglich, ob eine nationale Regelung, welche Unternehmen an auf dem Mond oder anderen Himmelskörpern abgebauten Ressourcen Eigentumsrechte vermittelt, zulässig ist. Nach Art. II des Weltraumvertrages gilt einerseits der Grundsatz, dass kein Staat und kein Unternehmen Eigentum am Weltraumraum, dem Mond und anderen Himmelskörpern für sich beanspruchen kann. Andererseits gilt gemäß Art. I Weltraumvertrag das Prinzip der Nutzungsfreiheit, welches auch für private Unternehmen unter Genehmigung und Aufsicht der Staaten gilt. Die Entnahme von Proben, wie zum Beispiel während der Mondlandungen, wird allgemein als zulässig anerkannt. Es kann argumentiert werden, dass der Abbau von Ressourcen für sich genommen nicht impliziert, dass Eigentum an dem Himmelskörper als solchem oder an dem für den Abbau genutzten Gelände in Anspruch genommen wird. Stellt man sich andererseits eine zukünftige Mine auf dem Mond vor, so ist kaum glaubhaft, dass das abbauende Unternehmen anderen Staaten oder Unternehmen ohne weiteres Zugang zu dem für den Abbau genutzten Gelände und der Mine selbst gewähren würde. Der Mondvertrag, den allerdings nur sehr wenige Staaten gezeichnet und noch weniger ratifiziert haben, qualifiziert die Ressourcen auf dem Mond und anderen Himmelskörpern als das „gemeinsame Erbe der Menschheit“ und sieht die

Verabschiedung eines internationalen Regimes für den Ressourcenabbau vor, sobald dieser technisch möglich wird. Auch wenn ein solch internationales Regime nicht zwangsläufig die kommerzielle Nutzung der Ressourcen auf dem Mond und anderen Himmelskörpern einschränken muss, stößt das im Mondvertrag vorgesehene Konzept auf breite Ablehnung innerhalb der internationalen Staatengemeinschaft, sodass nicht zu erwarten ist, dass in naher Zukunft ein internationales Regime zum Ressourcenabbau auf dem Mond und anderen Himmelskörpern nach Maßgabe des Mondvertrages verabschiedet wird. Es besteht zumindest für die Staaten, die den Mondvertrag nicht ratifiziert haben (dies umfasst alle großen Raumfahrtationen), keine völkerrechtliche Verpflichtung, internationale Regelungen zum Ressourcenabbau auf dem Mond und anderen Himmelskörpern zu verabschieden. Dies wurde kürzlich durch ein Positionspapier des International Institute of Space Law (IISL)<sup>7</sup> bekräftigt. Außerdem stellt das Positionspapier fest, dass der Commercial Space Launch Competitiveness Act eine mögliche Auslegung des Weltraumvertrages widerspiegelt, hält aber gleichzeitig fest, dass abzuwarten bleibt, ob andere Staaten dieser Auslegung folgen werden.



Der Commercial Space Launch Competitiveness Act verpflichtet den Präsidenten, dem Kongress innerhalb von sechs Monaten nach Inkrafttreten des Gesetzes einen Bericht vorzulegen, wie die Regelungen im Einzelnen implementiert werden sollen. Erst dann wird eine genaue rechtliche Bewertung im Hinblick auf die Vereinbarkeit mit dem Weltraumvertrag durchgeführt werden können. Der Bericht wird auch darlegen, welche Behörde in den USA die Zuständigkeit für die Genehmigung und Aufsicht über den zukünftigen Ressourcenabbau übernehmen soll.

<sup>7</sup> International Institute of Space Law, „Position Paper on Space Resource Mining adopted by consensus by the Board of Directors on 20 December 2015“, <http://www.iislweb.org/docs/SpaceResourceMining.pdf>.

Neben den USA hat auch Luxemburg kürzlich angekündigt, den Ressourcenabbau im All vorantreiben zu wollen.<sup>8</sup> Laut einem Statement der Regierung soll hierzu insbesondere die nationalen Instrumente zur Förderung von F&E genutzt werden, die es dem luxemburgischen Staat erlauben einem Unternehmen bis zu 45% des F&E Investments zu erstatten. Außerdem ist vorgesehen, dass Luxemburg direkt in Space Mining Unternehmen investiert. Grundlage für diese Bestrebungen waren unter anderem die Empfehlungen des ehemaligen ESA Generaldirektors Jean-Jacques Dordain, der in seiner Rolle als Berater der luxemburgischen Regierung zu dem Schluss gekommen ist, dass alle wesentlichen technischen Elemente einer Space Mining Mission von nationalen Weltraumagenturen demonstriert worden wären. Kommerzielle Unternehmungen könnten sich laut Dordain auf diese Erkenntnisse stützen.

*“Going to an asteroid – done. Landing on an asteroid — done. Collecting samples – done. Returning samples to Earth – done.”*

*(Jean-Jacques Dordain)*

---

<sup>8</sup> SpaceNews vom 3. Februar 2016, “Luxembourg to invest in space-based asteroid mining”, <http://spacenews.com/luxembourg-to-invest-in-space-based-asteroid-mining/>.

## **A11 : Rechtliche Aspekte agiler Softwareentwicklung**

In rechtlicher Hinsicht stellt sich die Frage, ob sich agile Vorgehensweise überhaupt für die in der Raumfahrt typischerweise verwendeten Werkverträge eignet. Diese Problematik lässt sich jedoch durch eine saubere Definition der in der laufenden Entwicklung zu erbringenden Werkleistungen anhand der fortlaufenden Spezifikation des Werks rechtlich in den Griff bekommen. Am Ende ist dann ein Werk geschuldet, welches die zum Zeitpunkt der Abnahme festgelegten Spezifikationen aufweist. Dass die zur Abnahme herangezogenen Spezifikationen von den ursprünglichen Spezifikationen abweichen, ist auch in der klassischen Vorgehensweise regelmäßig der Fall, nur wird dies dort im Rahmen von (regelmäßig kostenintensiven) Change Requests in die Entwicklung eingeführt.

Schwieriger dürfte es sowohl in praktischer als auch in rechtlicher Hinsicht sein, die stark auf (Teil-)Abnahmen fokussierten Prozesse im Rahmen von Entwicklungen in der Raumfahrt mit agilen Vorgehensweisen in Einklang zu bringen. Insbesondere wird es dann problematisch, wenn Genehmigungsprozesse stark standardisiert sind, da Abweichungen zwischen der „Papierform“ und der tatsächlichen Entwicklung regelmäßig nur im begrenzten Umfang zulässig sein dürften. Da jedoch schon bisher die Entwicklung in der Raumfahrt stark durch iteratives Vorgehen und Zusammenarbeit geprägt ist, erscheint aus rechtlicher Sicht die Einführung agiler Vorgehensweisen in abgeschwächter Form (nicht in der Reinform) möglich. Dabei muss man sich aber bewusst sein, dass die Verwendung der klassischen Vertragsmuster (wie z.B. die ESA GCC oder die Entwicklungsverträge des DLR-Raumfahrtmanagements) nicht möglich ist, sondern „agile“ Verträge mit starker Individualisierung zu erstellen sind.

## **A12 : Rechtliche Aspekte von 3-D Fertigungsverfahren**

Die additive Fertigung ist mit schwierigen Fragen des Geistigen Eigentums verbunden. Im Zusammenspiel mit 3D-Scannern und modernsten Röntgengeräten können auch ohne die Verfügbarkeit entsprechender Baupläne in Form von 3D-Konstruktionsdaten Einzelteile bis in den Nanometer-Bereich genau repliziert werden. Da so Nachahmungen (Plagiate) leicht möglich sind, wirft die additive Fertigung Fragen gewerblicher Schutzrechte und geistiges Eigentums sowie des Wettbewerbsrechts auf. Während Nachahmungen von Produkten als solche (wettbewerbs-)rechtlich grundsätzlich zulässig sind, können entsprechende Replikate bestehende Patente verletzen, was auch dann der Fall sein wird, wenn mehrere Einzelteile erst später zusammengesetzt werden. Die Verletzung des Patents kann bereits in der Übergabe der 3D-Konstruktionsdatei an denjenigen, der die additive Fertigung vornehmen möchte, bestehen. Gebrauchsmuster- („kleines“ Patent), Design- und Markenrechte sind in der Raumfahrt allgemein weniger bedeutend, können aber ebenfalls bei der Nachahmung von Bauteilen im Wege der additiven Fertigung berührt sein. Da Urheberrechte in jedem Fall eine „geistige Schöpfung“ darstellen müssen, sollten diese bei Komponenten, deren Gestaltung nicht über das für die Funktionalität erforderliche Maß hinausgeht, dagegen in der Regel nicht berührt sein. Wettbewerbsrechtlich stellt sich die Frage der unlauteren geschäftlichen Handlung, wenn die erforderlichen Kenntnisse oder Unterlagen „unredlich erlangt“ wurden. Ohne entsprechende Einschränkungen oder vertragliche Vereinbarungen bieten 3D-Scan und additive Fertigung jedoch schon heute die Möglichkeit, eine Vielzahl von Komponenten und Ersatzteilen rechtmäßig nachzuahmen.

In Bezug auf Fragen der Produktsicherheit und Produkthaftung bestehen im Grunde bei additiven Fertigungsverfahren keine Besonderheiten. Allerdings stellt sich die Frage, ob bereits die 3D-Konstruktionsdateien „Produkte“ im Sinne des Produkthaftungsgesetzes darstellen, und somit eine entsprechende Gefährdungshaftung im Falle eines Fehlers auslösen. Die Frage ähnelt der Fragestellung, ob Software ein „Produkt“ im Sinne des Produkthaftungsgesetzes darstellt und bedarf noch einer Beantwortung durch den Gesetzgeber bzw. Gerichte.

## **A13 : Rechtliche Aspekte des Weltraumtourismus**

Ein überwiegender Teil des Einsatzes von Systemen, die für Weltraumtourismus entwickelt werden, erfolgt im normalen Luftraum, die Zeit außerhalb der Atmosphäre ist bei den meisten der aktuellen Vorhaben relativ kurz. Dementsprechend ist umstritten, in welchem Umfang die Vorschriften des Luft- oder Weltraumrechts anwendbar sind. Diese rechtliche Einordnung ist nicht nur akademisch von Interesse – nach ihr richtet sich auch insbesondere die Zuständigkeit nationaler bzw. europäischer Behörden.

Die USA haben spezielle Regelungen für die Genehmigung von Suborbital-Flügen erlassen. Das Genehmigungsverfahren fällt in den Zuständigkeitsbereich des Office of Commercial Space Transportation der Federal Aviation Administration (FAA) und folgt dem Ansatz, dass die Entwicklung der Industrie nicht durch übermäßige Sicherheitsbestimmungen blockiert werden soll. Folglich sind kommerzielle Suborbital-Flüge bis einschließlich 2023 von einer Vielzahl von Sicherheitsbestimmungen befreit (sog. learning period).

In Europa gibt es – anders als in den USA – bis jetzt noch keine spezielle Regelung zur Genehmigung von Suborbital-Flügen. In Ermangelung einer spezialgesetzlichen Regelung können Suborbital-Flüge sowohl dem Anwendungsbereich des nationalen und europäischen Luftrechts als auch dem Anwendungsbereich einschlägiger nationaler Weltraumgesetze zugeordnet werden. Nach Auffassung der EASA fallen zumindest bestimmte Systeme für Weltraumtourismus unter den europäischen luftrechtlichen Rahmen. Damit bedürfen die Systeme unter anderem auch einer entsprechenden Zulassung. Dies schließt jedoch nicht aus, dass darüber hinaus auch ein Genehmigungsverfahren nach nationalen Weltraumgesetzen durchzuführen sein könnte. Es bleibt abzuwarten, wie EASA und die nationalen Genehmigungsbehörden für Weltraumaktivitäten in der Praxis bei europäischen Vorhaben, wie z.B. der Entwicklung des „Suborbital Spaceplane“ durch Airbus oder den von Virgin Galactic geplanten Starts von Suborbital-Flugzeugen von europäischen Weltraumbahnhöfen, verfahren werden. Es wird zu klären sein, ob spezielle Genehmigungsverfahren auf nationaler und/oder europäischer Ebene geschaffen werden und wie solche Verfahren auszugestalten sind. Dabei ist auch abzuwägen, ob zur Förderung der Industrie wie in den USA bestimmte Ausnahmebestimmungen bei Zulassung oder Sicherheit aufgenommen werden.

Eine weitere zentrale Frage von Weltraumtourismus ist die Haftung für Verletzung oder Tod der mitfliegenden Passagiere. Im US-Staat New Mexico wurde zur Förderung des

Weltraumtourismus 2010 ein spezielles Gesetz dazu erlassen. Der Spaceflight Informed Consent Act (SICA) schließt die gesetzliche Haftung der Betreiber für Verletzung und Tod von Passagieren aus, soweit die Passagiere vorher über die Gefahren aufgeklärt wurden und eine entsprechende Erklärung wirksam unterzeichnet haben. Der Haftungsausschluss gilt nicht bei Vorsatz und grober Fahrlässigkeit. Eine vergleichbare Regelung würde in Europa wohl kaum getroffen.

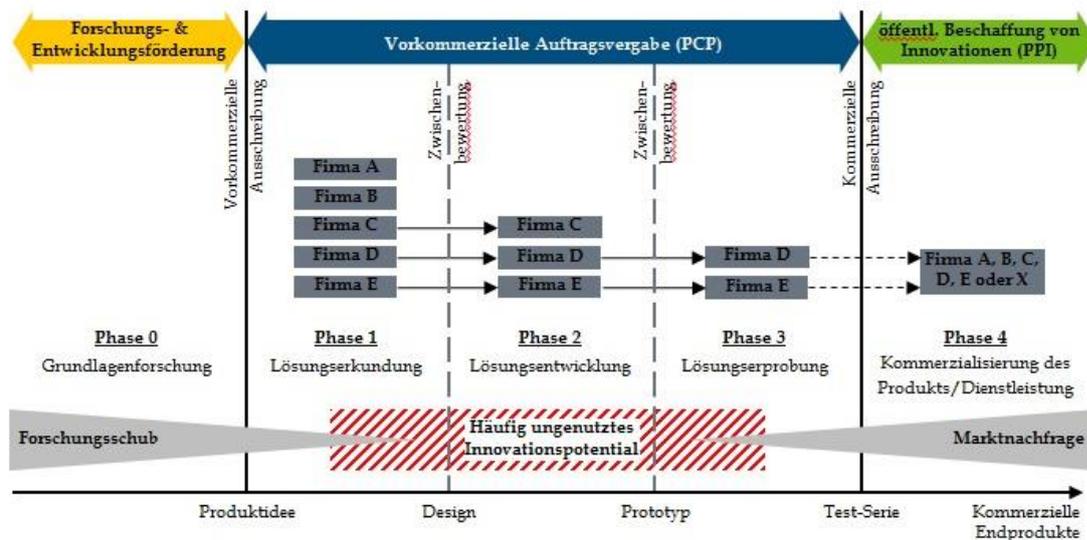
Neue Systeme für den Einsatz im suborbitalen Weltraum werden nicht nur für Weltraumtourismus geplant, sondern auch für verschiedenste wissenschaftliche Experimente. In den USA arbeiten mehrere Firmen (z.B. XCOR) an solchen Systemen. Europäische Firmen, darunter auch deutsche, sehen eine Marktchance darin, Universitäten und Forschungseinrichtungen Mitfluggelegenheiten für Experimente bei den amerikanischen Anbietern zu vermitteln und insofern das Vertrags- und Projektmanagement zu übernehmen. Die amerikanischen Systemanbieter haben in ihre Vertragsbedingungen, zumindest für die Vorbereitungs-, Test- und erste Betriebsphase, sehr weitgehende Gewährleistungs- und Haftungsausschlüsse aufgenommen. So übernehmen die Anbieter regelmäßig keine Verantwortung dafür, dass der Start termingerecht stattfindet und erfolgreich abgeschlossen werden kann. Bereits erfolgte Anzahlungen des Kunden werden in einem solchen Fall nicht zurückerstattet, der Kunde ist seinerseits aber verpflichtet das mitfliegende Gerät rechtzeitig und im Einklang mit vorgegebenen Spezifikationen bereitzustellen. Für Schäden an den mitgeführten Geräten für die Experimente wird keine Haftung übernommen. Derartige Vertragsbedingungen stellen für deutsche Universitäten und Forschungseinrichtungen erhebliche rechtliche Risiken dar.

## **A14 : Rechtliche Hintergründe zu innovationsorientierten Förder- und Vergabeinstrumenten**

Im Rahmen der nationalen oder europäischen Förder- und Innovationspolitiken werden neue Instrumente entwickelt, welche dabei helfen sollen, das „Tal des Todes“ zwischen Forschung und Markteinführung zu überwinden. Dies umfasst im Wesentlichen das Pre-Commercial Procurement (PCP), Public Procurement of Innovative Solutions (PPI) sowie die Innovationspartnerschaft.

Beim PCP wird von der EU die Ausschreibung einer Forschungs- und Entwicklungsdienstleistung durch ein europäisches Konsortium öffentlicher Einrichtungen gefördert. Diese definieren gemeinsam die gesuchte Dienstleistung, veröffentlichen eine gemeinsame Ausschreibung und vergeben in der Regel mehrere parallele Aufträge. Die geistigen Eigentumsrechte verbleiben bei den Auftragnehmern, die öffentlichen Auftraggeber erhalten jedoch Nutzungslizenzen. Die Durchführung ist grundsätzlich in drei Phasen von der Lösungsentwicklung, über die Entwicklung eines Prototyps, bis hin zur Entwicklung erster Testprodukte gegliedert, in denen ein Wettbewerb zwischen den Auftragnehmern stattfindet. PCP ist kein Beschaffungsverfahren im engeren Sinne, sondern ein Instrument, das es öffentlichen Beschaffern ermöglicht, die Entwicklung technologisch innovativer Lösungen für ihren speziellen Bedarf anzuregen. Das Instrument bringt die Beschaffung von F&E-Leistungen in Einklang mit dem Gesetzesrahmen des Vergaberechts, unterliegt dabei aber nicht dem Beschaffungsabkommen der WTO (GPA) und dem nationalen Vergaberecht. Die Prinzipien von Transparenz, Nichtdiskriminierung und Gleichbehandlung müssen dennoch gewahrt werden.

PPI zielt auf die (anschließende) Beschaffung innovativer Güter und Dienstleistungen ab, die noch nicht in großem Maßstab auf dem Markt vorhanden sind. Das Ausschreibungsverfahren entspricht weitestgehend dem des PCP, die Durchführung erfolgt jedoch in einer einzigen Phase. Anders als PCP unterfällt PPI dem nationalen Vergaberecht und dem GPA. Das folgende Schaubild gibt einen Überblick:



Ende August 2015 fand in Bonn ein Workshop „„Neue Impulse durch Innovative Öffentliche Beschaffung““ im Rahmen des Bund-Länder-Dialogs zur Stärkung von Synergien zwischen Horizont 2020 und den Europäischen Struktur- und Investitionsfonds (ESIF) statt. Bislang gibt es in Deutschland nur begrenzte nationale Erfahrungen mit dem Instrument der vorkommerziellen Auftragsvergabe. Es gibt allerdings PCP Projekte unter dem europäischen Forschungsrahmenprogramm mit deutscher Beteiligung. Dies betrifft zum Beispiel das Hochleistungscomputerprojekt PRACE, an dem das Jülich Supercomputing Centre (JSC) des Forschungszentrums Jülich mitwirkt und das sog. THALEA Projekt bezüglich eines Systems zum Patientenmanagement in der Intensivmedizin, an dem die Uniklinik RWTH Aachen beteiligt ist. Derzeit laufen Vorgespräche mit verschiedenen öffentlichen Auftraggebern, die Interesse an der Durchführung weiterer nationaler Pilotprojekte haben.

Ergänzend zu den o.g. Förderinstrumenten wird mit der Vergaberechtsreform das neue Instrument der Innovationspartnerschaft eingeführt. § 119 Absatz 7 des Gesetzesentwurfs zur Modernisierung des Vergaberechts definiert das neue Verfahren der Innovationspartnerschaft, das mit Artikel 31 der Richtlinie 2014/24/EU eingeführt wurde. Die Innovationspartnerschaft ist ein besonderes Vergabeverfahren zur Entwicklung und dem anschließenden Erwerb innovativer Liefer-, Bau- oder Dienstleistungen, wenn der bestehende Bedarf nicht durch bereits auf dem Markt verfügbare Lösungen befriedigt werden kann. Die Innovationspartnerschaft ermöglicht es öffentlichen Auftraggebern, eine langfristige Innovationspartnerschaft mit einem oder mehreren Partnern für die Entwicklung und den anschließenden Erwerb neuer, innovativer Leistungen zu begründen, ohne dass ein getrenntes Vergabeverfahren für

den Kauf erforderlich ist. Voraussetzung ist, dass für solche innovative Leistungen die vereinbarten Leistungs- und Kostenniveaus eingehalten werden können. Unabhängig davon, ob es um sehr große Vorhaben oder um kleinere innovative Vorhaben geht, sollte die Innovationspartnerschaft so strukturiert sein, dass sie die erforderliche Marktnachfrage bewirken kann, die die Entwicklung einer innovativen Lösung anstößt, ohne jedoch zu einer Marktabschottung zu führen. Vor diesem Hintergrund darf die Innovationspartnerschaft nicht genutzt werden, um den Wettbewerb zu behindern, einzuschränken oder zu verfälschen.

# A15 : Vernetzung im NewSpace über Soziale Medien

**Find** a Meetup Group **Start** a Meetup Group **Invite** Friends to Join

Messages Notifications

## BUSINESS IN SPACE

Home Members Photos Pages Discussions More

**Berlin, Germany**  
Founded Dec 8, 2013

About us...  
+ Invite friends

Explorer 116  
Group reviews 1  
Past Meetups 11  
Our calendar

**Welcome Space Explorer!**

+ SUGGEST A NEW MEETUP

Upcoming Suggested 0 Past Calendar

**We're still planning Meetup**  
Want to come?  
**Contact the Organizer**

*"We have started our meetup group to **make a team of experts for future startups especially for space business and space industry.** We also visit seminars and conferences for this purpose"*

**Laween Maher**, IT Entwickler, Organisator des Space Meetup

January 10  
NEW MEMBER **Sven Przy** joined January 6  
NEW MEMBER **Daniela K.** joined

www.meetup.com/Orbit-Allee/

**Find** a Meetup Group **Start** a Meetup Group **Invite** Friends to Join

## Orbit Allee

Home Members Photos Discussions More **Join us!**

Orbit Allee is for anyone interested in space entrepreneurship. Based in Berlin, this is a chance to meet other space enthusiasts and established industry professionals. With space starting to become more accessible to small tech start-ups, this meetup will provide an opportunity to network and take advantage of the new age of Space Commercialization.

**We're 76 Orbiters**

**Join us!**

**Berlin, Germany**  
Founded Aug 7, 2015

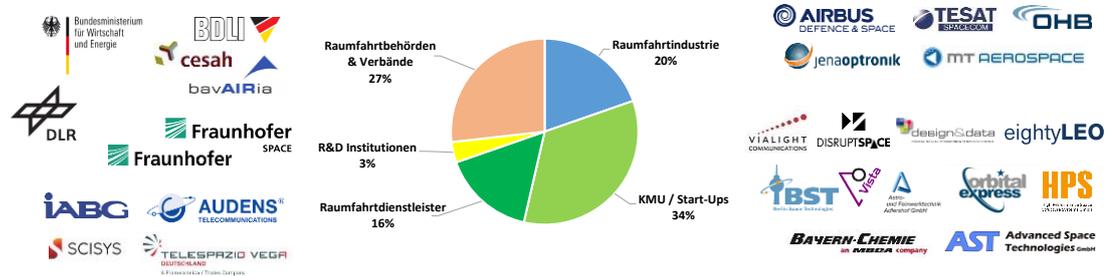
*"Mechanical engineer, entrepreneur and space enthusiast with a life goal to have a major impact in the field. I want to build the Berlin space startup environment as well as take part in my own ventures"*

**Glenn Kroegel**, Australier, Organisator des Berliner Orbit Allee Meetup

**Henry**  
Hey guys - As someone who knows very little about the topic, I must say it was super interesting. Hope to see you at the next one.

## A16 : Industrieworkshop im BMWI in Januar 2016

Industrieworkshop am 19. Januar 2016 und Beteiligung:



Das Projektteam möchte sich besonderes bei den **Workshopteilnehmern** für die aktive Mitarbeit bedanken.

Den folgenden **Mitgliedern des erweiterten Projektteams** gebührt besonderer Dank: Bülent Altan, Tilo Kauerhoff, Erik Pellander, Matthias Spott, Thomas Tanghe und Almudena Velasco-Rodriguez.

## **A17 : Quellenverzeichnis / Fußnoten**

Die im Studientext markierten Fußnoten sind im Folgenden zu finden:

- <sup>1</sup> Positionspapier der Beteiligten vom 12. Januar 2016  
<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gemeinsame-erklaerung-branchendialog-luft-raumfahrt,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- <sup>2</sup> Quote from Report “SmallSatSymposium 2016” by Shigaki Kuzuoka of Satellite Business Network on, March 2016
- <sup>3</sup> Booz & Company 2012: Why satellites matter - the relevance of commercial satellites in the 21<sup>st</sup> century.
- <sup>4</sup> <http://terrabelatech.blogspot.de/2016/03/introducing-terra-bella.html>
- <sup>5</sup> Euroconsult, Satellite-Based Earth Observation: Market Prospects to 2023, 2014, Euroconsult website.
- <sup>6</sup> <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/juergen-schmidhuber-der-weltraum-ist-fuer-roboter-gemacht-a-1074759.html>
- <sup>7</sup> Zitat im Vortrag bei der GSTC Konferenz in Singapur 2016
- <sup>8</sup> Quelle: Überschriftencollage aus dem FrontierTech Report von CB Insight, 28. August 2015.
- <sup>9</sup> SpaceNews vom 15. July 2015, „The World According to Spire’s CEO”, <http://spacenews.com/the-world-according-to-platzer/>.
- <sup>10</sup> <http://www.geekwire.com/2016/payscale-ratings-rank-spacex-tesla-low-salary-high-meaningfulness/>
- <sup>11</sup> Netflix Culture - Freedom & Responsibility: <http://de.slideshare.net/reed2001/culture-1798664>.
- <sup>12</sup> Vortragzitate während der GSTC Konferenz in Singapur im Januar 2016
- <sup>13</sup> Quelle: Vortrag von Antonia Jenkinson, CFO/COO Satellite Applications Catapult bei UK Space Conference 2015, adaptiert und aktualisiert von SpaceTec Partners
- <sup>14</sup> “Start-Up Space – Rising Investments in Commercial Space Ventures”, The Tauri Group; January 2016; [http://space.taurigroup.com/reports/Start\\_Up\\_Space.pdf](http://space.taurigroup.com/reports/Start_Up_Space.pdf)
- <sup>15</sup> EY Venture Capital Insights:  
[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Venture\\_Capital\\_Insights\\_4Q14\\_-\\_January\\_2015/\\$FILE/ey-venture-capital-insights-4Q14.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Venture_Capital_Insights_4Q14_-_January_2015/$FILE/ey-venture-capital-insights-4Q14.pdf)
- <sup>16</sup> BVP Partner David Cowan’s Artikel: „SpaceTech Is Venture Capital’s Final Frontier”, Techcrunch 1 März 2015.
- <sup>17</sup> Fortune vom 4. August 2015, „Here’s why small satellites are so big right now”, <http://fortune.com/2015/08/04/small-satellites-newspace/>
- <sup>18</sup> <https://www.kickstarter.com/projects/arkydforeveryone/arkyd-a-space-telescope-for-everyone-0/posts/531722>
- <sup>19</sup> Breene, „Can Europe ever build its own Silicon Valley?”, 2015,  
[http://www.weforum.org/agenda/2015/12/can-europe-ever-build-its-own-silicon-valley/?utm\\_content=bufferb3986&utm\\_medium=social&utm\\_source=facebook.com&utm\\_campaign=buffer](http://www.weforum.org/agenda/2015/12/can-europe-ever-build-its-own-silicon-valley/?utm_content=bufferb3986&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer)
- <sup>20</sup> Reuters vom 8. September 2014, „U.S. Ex-Im Bank’s satellite push complicates its fight for survival”, <http://www.reuters.com/article/us-usa-exim-satellites-analysis-idUSKBN0H308S20140908>
- <sup>21</sup> SpaceNews vom 22. September 2015, „Orbital Blames Lost Satellite Deal on Ex-Im Closure”,

<http://spacenews.com/orbital-blames-lost-satellite-deal-on-ex-im-closure/>

<sup>22</sup> SpaceNews vom 25. August 2015, „Boeing Satellite Division Eyes ‘Several Hundred’ Layoffs“, <http://spacenews.com/boeing-satellite-division-eyes-several-hundred-layoffs/>

<sup>23</sup> Schlagzeilen in SpaceNews

<sup>24</sup> <http://spacenews.com/boeing-airbus-assess-export-credit-and-satellite-demand-for-2016/>

<sup>25</sup> SpaceNews vom 19. Mai 2014, „Tax Break a ‘Small Step’ for California’s Space Industry“, <http://spacenews.com/40605tax-break-a-small-step-for-californias-space-industry/>.

<sup>26</sup> „Die Komplexität integrierter Schaltkreise mit minimalen Komponentenkosten verdoppelt sich in regelmäßigen Zeitintervallen“ – dieses Intervall schwankt, je nach Quelle, zwischen 12 bis 24 Monaten - aktuellste Diskussionen gehen von einer gegenwärtigen Verlangsamung auf 36 Monate aus.

<sup>27</sup> Quelle der Grafik: <https://www.it-agile.de/wissen/methoden/agilitaet>

<sup>28</sup> Siemens Case Study. “Leading space-launch company cuts development time from 70 to 85 percent with Fibersim“, <http://www.plm.automation.siemens.com/fi-fi/about-us/success/case-study.cfm?Component=190913&ComponentTemplate=1481>.

<sup>29</sup> NASA, „Open for Business: 3-D Printer Creates First Object in Space on International Space Station“, [nasa.gov/content/open-for-business-3-d-printer-creates-first-object-in-space-on-international-space-station](http://nasa.gov/content/open-for-business-3-d-printer-creates-first-object-in-space-on-international-space-station).

<sup>30</sup> ESA, „Building a lunar base with 3D printing“, [http://m.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Building\\_a\\_lunar\\_base\\_with\\_3D\\_printing](http://m.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Building_a_lunar_base_with_3D_printing).

<sup>31</sup> EE Times vom 30. Mai 2014, „SpaceX 3D Prints Rocket Thruster“, [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1322566](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1322566).

<sup>32</sup> <http://www.ecss.nl/>.

<sup>33</sup> NASA, „NASA Announces New Partnerships with U.S. Industry for Key Deep-Space Capabilities“, <http://www.nasa.gov/press/2015/march/nasa-announces-new-partnerships-with-us-industry-for-key-deep-space-capabilities>.

<sup>34</sup> NASA, „BEAM Facts, Figures, FAQs“, <https://www.nasa.gov/feature/beam-facts-figures-faqs>

<sup>35</sup> Aviation Week vom 28. April 2014, „Editorial: SpaceX’s Plan Shows Aggressive Investment In R&D“, <http://aviationweek.com/space/editorial-spacex-s-plan-shows-aggressive-investment-rd>.

<sup>36</sup> Alexander Stirn im Artikel „Die Chefin“, Süddeutsche Zeitung, 28. Januar 2016, S.16.

<sup>37</sup> [http://www.esa-bic.de/pr/ESABIC\\_PM-Alumni\\_1.0\\_2014.pdf](http://www.esa-bic.de/pr/ESABIC_PM-Alumni_1.0_2014.pdf).

<sup>38</sup> Süddeutsche Zeitung vom 17. November 2015, „Per Anhalter durchs All“, <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/deutsche-raumfahrt-per-anhalter-ins-all-1.2741450>.

<sup>39</sup> [http://www.dlr.de/rd/desktopdefault.aspx/tabid-8101/13875\\_read-35268/](http://www.dlr.de/rd/desktopdefault.aspx/tabid-8101/13875_read-35268/)

<sup>40</sup> R&D investments, sales and total number of employees of companies included in the EU Scoreboard related to the 'automotive' sector, JRC Technical Note JRC 58727

<sup>41</sup> <http://sci.esa.int/cluster/31258-summary/>, letzter Zugriff am 14.03.2016

- <sup>42</sup> <http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet84/credl84.htm>, letzter Zugriff am 14.03.2016
- <sup>43</sup> Ein „Sweet Spot“ wird in unterschiedlichen Themengebieten als eine Art effektive Zone bezeichnet. Wenn sich etwas im Sweetspot befindet, hat es bzw. erhält es die optimale Wirkung.
- <sup>44</sup> Kommentar während der SatCom-Podiumsdiskussion in der EU Space Conference im Januar 2016
- <sup>45</sup> Forbes vom 18. August 2015, „Alibaba Teams Up With Norinco To Provide Positioning Services Using China's Beidou Satellite System“, <http://www.forbes.com/sites/ywang/2015/08/18/alibaba-teams-up-with-norinco-to-provide-positioning-services-using-chinas-beidou-satellite-system/#61aade9a47e9>.
- <sup>46</sup> Presseberichte und Pressemitteilungen zur Detroit Autoshow im Januar 2015.
- <sup>47</sup> Quelle: TransportEvolved.com, Forbes.
- <sup>48</sup> Alex da Silva Curiel, International Business Development, SSTL während der GSTC Conference in Singapur
- <sup>49</sup> Report „GSTC Convention 2016“ von Shigeki Kuzuoka, Satellite Business Network.
- <sup>50</sup> Rede im Rahmen der Space Conference in Brüssel im Januar 2016
- <sup>51</sup> Neujahrsbrief an die Airbus Mitarbeiter vom 13. Januar 2016.
- <sup>52</sup> Diskussionsbeitrag im Workshop zu NewSpace im Rahmen der Studie
- <sup>53</sup> <http://www.forbes.com/sites/toddhixon/2015/08/10/the-rebirth-of-european-venture-capital/#7b4dd5dc4d06>
- <sup>54</sup> Siehe Horizon 2020 – Work Programme 2016-2017, S. 71: „Horizon Prize for low cost access to space“.

Die Kommerzialisierung der Raumfahrt schreitet insbesondere in den USA schnell voran. Die Gründung neuer Unternehmen mit hohem privatem Kapitaleinsatz, die Nutzung neuer Technologien und Herangehensweisen, und die Konvergenz mit dem Informationstechnologie-Sektor bilden die Grundlagen dessen, was in der Fachwelt seit einiger Zeit als „NewSpace“ bezeichnet wird. Neue Unternehmen verfolgen neue Ansätze und Geschäftsmodelle. Vor 50 Jahren war die Raumfahrt noch Wegbereiter der IT-Industrie. Heute scheint die Informationstechnologie den Takt in der Raumfahrt anzugeben. Durch NewSpace entstehen Chancen und Risiken für Deutschland und seine Raumfahrtindustrie.

Kann dieser Ansatz in Deutschland übernommen werden? Was sind die Erfolgsfaktoren? Was sind die dahinterliegenden Geschäfts- und Finanzierungsmodelle? Wie ist NewSpace im Zeitalter von Industrie 4.0 und Digitalisierung einzuordnen? Welche Handlungsoptionen und bestehen für Industrie und Institutionen?

Diese und viele weitere Fragen wurden in dieser Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie untersucht.