



BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

New Space – neue Dynamik in der Raumfahrt



Sonja Kind
Tobias Jetzke
Lukas Nögel
Marc Bovenschulte
Jan-Peter Ferdinand

Zusammenfassung

Oktober 2020 | TAB-Kurzstudie Nr. 1



Büro für Technikfolgen-Abschätzung
beim Deutschen Bundestag
Neue Schönhauser Straße 10
10178 Berlin
Telefon: +49 30 28491-0
E-Mail: buero@tab-beim-bundestag.de
Web: www.tab-beim-bundestag.de

2020

Gestaltung: VDI/VDE-IT
Umschlagbild: 3DSculptor/iStock
Papier: Circleoffset Premium White
Druck: Systemedia GmbH, Wurmberg
ISSN-Print: 2702-7252
ISSN-Internet: 2702-7260

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des wissenschaftlich-technischen Wandels. Das TAB wird seit 1990 vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) betrieben. Hierbei kooperiert es seit September 2013 mit dem IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH sowie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.



Zusammenfassung

Ziele und Vorgehen

Die TAB-Kurzstudie gibt einen Überblick über aktuelle Entwicklungen und zukünftige Perspektiven der zivilen deutschen Raumfahrtforschung und -industrie. Im Mittelpunkt steht die durch die zunehmende Kommerzialisierung der Raumfahrt induzierte Entwicklungs- und Gründungsdynamik, auch New Space genannt.

Raumfahrt auf dem Weg ins Zeitalter von New Space

New Space steht für eine Kommerzialisierung der Raumfahrt, die zunehmend von Unternehmen, darunter auch immer mehr Start-ups, geprägt wird. Seit 2000 wurden ca. 22 Mrd. US-Dollar in Raumfahrt-Start-ups investiert, davon rund zwei Drittel allein in den vergangenen 4 Jahren.

Kommerzielle Akteure sorgen mit der Entwicklung neuer Technologien und Geschäftsmodelle für eine Innovationsdynamik in der Raumfahrt. Diese Entwicklung ist insofern neu, als Raumfahrt zuvor fast ausschließlich von staatlichen Akteuren finanziert und von nur wenigen etablierten Unternehmen wie The Boeing Company, Airbus SES oder Lockheed Martin Corp. sowie u. a. Northrop Grumman Corp. umgesetzt wurden. Die zu beobachtenden Kommerzialisierungstendenzen laufen jedoch nicht entkoppelt von staatlichen Aktivitäten. Nach wie vor besteht eine enge Verknüpfung zwischen Staat und Unternehmen. In Europa ist die Europäische Weltraumorganisation (European Space Agency – ESA)¹ einer der wichtigsten Auftraggeber, und auch in den USA ist die National Aeronautics and Space Administration (NASA) für zahlreiche New-Space-Unternehmen ein wichtiger, für viele der wichtigste Kunde.

Auch wenn New Space auf völlig neue Entwicklungen hindeutet, lässt sich keine klare Grenze zwischen „Old Space“ und „New Space“ ziehen. Langjährig etablierte Unternehmen sind genauso wie Start-ups in jenen Bereichen aktiv, die New Space zugeordnet werden. New-Space-Unternehmen agieren einerseits in den angestammten Geschäftsfeldern der traditionellen Raumfahrtindustrie, z. B. Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung, erschließen andererseits aber völlig neue Tätigkeitsfelder, wie etwa die private bemannte Raumfahrt, Weltraumservices inklusive der Entsorgung von Weltraumschrott, Weltraumbergbau und -produktion oder streben gar die Erschließung neuer Weltraumhabitate an.

¹ Bei der ESA handelt es sich um eine eigenständige Organisation und nicht um eine Behörde der Europäischen Union. Die ESA kooperiert aber eng mit der EU.



Angetrieben werden die Entwicklungen durch Innovationen vor allem in den Feldern Miniaturisierung, 3-D-Druck, Robotik und künstliche Intelligenz (KI), die u. a. in stetig sinkenden Kosten für den Raumtransport resultieren und neue Anwendungen ermöglichen.

In den Medien ist das Thema New Space seit Jahren sehr präsent. Besonders umfangreich und medienwirksam wird über die Vorhaben von drei in den USA lebenden Milliardären berichtet, die auch maßgeblich die Entwicklung von New Space vorantreiben. Dabei handelt es sich um den Gründer von Amazon, Jeff Bezos, den als Tesla-Chef bekannt gewordenen Elon Musk sowie dem Gründer der Virgin Group, Richard Branson. Alle drei haben ihre eigenen Raumfahrtunternehmen (Blue Origin Enterprises, L.P., SpaceX – Space Exploration Technologies Corp. und Virgin Galactic, LCC) gegründet, deren Ziel es ist, Menschen ins All zu befördern, dort Infrastrukturen aufzubauen bzw. neue Habitate zu erschließen.

Ein Wettlauf zwischen New Space und traditioneller Raumfahrt?

Vielfach wird mit Blick auf New Space von einem zweiten Wettlauf ins Weltall gesprochen, indem Bezug auf die Entwicklungen der traditionellen Raumfahrt in den 1950er und 1960er Jahren und dem von den USA und der Sowjetunion inszenierten Wettkampf um die Technologieführerschaft und staatlich-militärische Vormachtstellung im Weltraum genommen wird.

Auch gegenwärtig ist eine Art Wettlauf zu beobachten, der sich jedoch vielfältig darstellt und nicht mehr auf den Wettstreit zwischen Nationen beschränkt ist. Obwohl die heutige zivile Raumfahrt durch enge Kooperationsbeziehungen und komplementäre Vorhaben auf staatlicher Ebene gekennzeichnet ist, drängen immer mehr Nationen mit eigenen Aktivitäten in den Weltraum. Gleichzeitig wächst die Konkurrenz zwischen etablierten und neuen Akteuren, die mit vergleichbaren Produkten und Dienstleistungen vermehrt um staatliche und private Aufträge konkurrieren.

Die Rolle nationaler Weltraumagenturen

Die Zahl der Länder mit Raumfahrtagenturen und nationalen Raumfahrtprogrammen ist in den vergangenen Jahren stetig gestiegen. Dabei zählen die NASA, die russische State Space Corporation ROSCOSMOS, die Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) und die ESA zu den schon lange etablierten Akteuren. Mit China, Indien und Korea gewinnt die asiatische Raumfahrt zunehmend an Bedeutung. Aber auch Australien, Brasilien, Neuseeland, Iran, die Vereinigten Arabischen Emirate oder Südafrika unterstreichen ihre jeweiligen Ambitionen durch die Gründung nationaler Raumfahrtagenturen.



Lange Zeit waren die Vergabestrukturen von Aufträgen durch die staatlichen Raumfahrtbehörden mittels detaillierter Vorgaben und Spezifikationen so gestaltet, dass kleinere Unternehmen kaum Chancen bei der Vergabe hatten. Das jedoch zunehmend eingelöste Versprechen der New-Space-Unternehmen, Raumfahrt innovativer, effizienter und effektiver durchzuführen, führt mittlerweile dazu, dass staatliche Weltraumagenturen verstärkt auf die Zusammenarbeit mit privaten Anbietern setzen. Die gelockerten Regularien bzw. Vorgehensweisen einiger Weltraumbehörden beförderten die Entwicklung von New-Space-Unternehmen – und in Konsequenz die Verfügbarkeit innovativer Produkte und Dienstleistungen.

Das deutsche Raumfahrt- und New-Space-Ökosystem

Die ansässige Luft- und Raumfahrtindustrie gilt als wichtiger Innovationstreiber und Technologieentwickler für die europäische Raumfahrt. Das Raumfahrt-Ökosystem – bestehend aus der Gesamtheit der Akteure innerhalb einer Branche – hat sich in den letzten Jahren auch in Deutschland verändert. So entwickeln neben den etablierten Zulieferern und Herstellern zunehmend Start-ups innovative Lösungen für unterschiedliche Fragestellungen. Wie vielfältig die Akteurslandschaft in der Raumfahrt in Deutschland ist, zeigt der Katalog deutscher Raumfahrtakteure (KaRA). Darin werden insgesamt rund 600 Akteure mit Raumfahrtbezug dargestellt, wovon rund 60 % Unternehmen sind (rund 360), von denen wiederum fast 80 % den Status von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) haben (rund 290). Rund 100 Unternehmen sind jünger als 10 Jahre. Im Vergleich der Bundesländer sind die meisten der im DLR-Katalog erfassten Start-ups in Bayern verortet, gefolgt von Berlin, Baden-Württemberg, Bremen, Nordrhein-Westfalen und Hessen. Für Start-ups besonders relevant sind die Standorte der ESA Business Incubation Centres (ESA BIC) in Bayern, Baden-Württemberg und Hessen. Vier bestehende Clusterinitiativen und Branchennetzwerke tragen zur regionalen Vernetzung von Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik bei: bavAIRia e.V., AVIASPACE BREMEN e.V., Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik der Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH (WFBB) sowie BodenseeAIRia der Wirtschaftsförderung Bodenseekreis GmbH (WFB).

Prosperierender Weltraummarkt

Der globale Markt für weltraumbezogene Wirtschaft wuchs kontinuierlich zwischen 2005 und 2017 mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 6,7 % p. a. Machten Unternehmen in der Raumfahrtindustrie 2005 noch ca. 175 Mrd. US-Dollar Umsatz, steigerte sich dieser nach Berechnungen von Bryce Space and Technology bis 2019 auf insgesamt 366 Mrd. US-Dollar. Für 2040 existieren aktuell drei Prognosen: Während Analysten von Goldman Sachs Group, Inc. und Morgan Stanley & Co. LLC konsistent von einer Marktgröße von ca. 1 Billion US-Dollar ausgehen, übersteigt die Prognose der Bank of America Merrill Lynch mit einem



Wert von über 3 Billionen US-Dollar diese Annahmen deutlich. Nach der letztgenannten Prognose würde sich der Weltraummarkt bis 2040 verzehnfachen.

In der Raumfahrtindustrie wird zwischen Upstream- und Downstreamsektoren unterschieden. Dem Upstreamsektor werden diejenigen Aktivitäten zugeordnet, die Objekte in den Orbit bringen sowie dort betreiben sollen (z.B. Satellitenproduktion, Trägersysteme, Raumfahrzeuge). Dem Downstreamsektor wird im Wesentlichen die kommerzielle Nutzung von Produkten und Dienstleistungen auf der Erde in den Bereichen satellitenbasierte Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung zugeschrieben. Laut einer 2018 erschienen Studie von Strada/Sasanelli (2018) entfiel 2016 mit rund 177 Mrd. US-Dollar (53 %) der größte Anteil des Umsatzes der weltweiten Raumfahrtindustrie auf den privaten Downstreamsektor, gefolgt von rund 77 Mrd. US-Dollar (24 %) im privaten Upstreamsektor. Die übrigen 76 Mrd. US-Dollar (23 %) stellen demnach staatliche Budgets. Der überwiegende Teil der Raumfahrtaktivitäten wird also von privaten Unternehmen vorrangig im Downstreambereich getätigt. Umsatzentwicklungen im Bereich Upstream und Downstream befördern sich gegenseitig positiv und steigern die Dynamik der New-Space-Märkte.

Zahlreiche neue Anwendungen werden durch die New-Space-Aktivitäten ermöglicht und wirtschaftlich tragfähig, weil z.B. Raketenstarts immer preiswerter oder kleine, kostengünstige Satelliten(konstellationen) eingesetzt werden. Zunehmend entstehen neuartige Geschäftsmodelle sowie Produkte und Dienstleistungen, die ihre Wirkung nicht nur innerhalb der Raumfahrt, sondern auch in Nichtraumfahrtindustrien entfalten. Neben Satellitennavigationssystemen, die heute Bestandteil aller Smartphones sind, gibt es auch Beispiele für Materialverbesserungen (z.B. bezüglich Hitzebeständigkeit), Wasseraufbereitungssysteme oder Luftreinigungstechnologien.

Aktuell sind weitere Weltraummärkte in der Entwicklung begriffen, deren Marktpotenziale aufgrund der zum Teil sehr weit in die Zukunft weisenden Anwendung nur sehr vage zu bestimmen sind, darunter Weltraumtourismus oder -bergbau. In den Medien liegt ein besonderer Fokus auf der Darstellung dieser neuen, prospektiven Weltraummärkte. Die Aufmerksamkeit, die diese Themen erfahren, spiegelt jedoch nicht die gegenwärtigen Kommerzialisierungsmöglichkeiten wider. Aktuelle Marktpotenziale liegen vielmehr in der Anwendung von Mikrosatelliten, Trägersystemen und Dienstleistungen in den Bereichen Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung, die schon heute weitgehend implementiert sind, aber dank New Space noch deutliche Impulse erfahren können und weitere Entwicklungspotenziale bieten. Der Weltraumtourismus wird momentan erprobt und ist auf dem Sprung in Richtung Kommerzialisierung. Andere Anwendungsbereiche wie Produktion, Montage, Reparatur oder Entsorgung im All sind Entwicklungsfelder, die größerer technologischer Fortschritte bedürfen. Insbesondere die Erschlie-



ßung von Ressourcen im Weltraum und deren Weiterverarbeitung vor Ort oder deren Rücktransport zur Erde müssen auf ihre Umsetzbarkeit hin getestet werden. Noch weiter in die Zukunft weisend und mit sehr ungewissem Kommerzialisierungspotenzial verbunden ist die Vision, auf Raumstationen bzw. Planeten zu leben und zu arbeiten.

Trends, Treiber und Barrieren

Die Raumfahrtbranche und die Entwicklungen rund um New Space werden durch verschiedene Trends sowie durch fördernde, aber auch hemmende Faktoren bestimmt. Dabei lassen sich drei wesentliche Einflussphären unterscheiden: Wirtschaft, Technik sowie Politik und Recht.

Im wirtschaftlichen Bereich spielen vor allem die Gründungen von New-Space-Start-ups, die Verfügbarkeit von Finanzierungsmitteln, das noch unausgeschöpfte Innovationspotenzial von KMU sowie die Entwicklung von auf Daten und Technologien aus der Raumfahrt basierenden Geschäftsmodellen in Nichtraumfahrtbranchen eine wichtige Rolle.

Mit Blick auf die Technik bieten Innovationen wie Miniaturisierung oder Serienfertigung die Möglichkeit zur Kostenreduktion und somit einer immer preiswerteren Raumfahrt.

Die Schaffung eines sicheren Rechtsrahmens, die Klärung von Fragen zur Haftung und Versicherung sowie verbindliche Regeln zur Vermeidung von Weltraumschrott stellen wichtige Voraussetzungen für die Raumfahrt dar. Schließlich ist auch die Rolle der Raumfahrtagenturen entscheidend, denn insbesondere die NASA befördert durch das Eingehen von öffentlich-privaten Kooperationen mit Unternehmen die Kommerzialisierung neuer Produkte und Services.

SWOT-Analyse und Handlungsfelder

In der Gesamtschau zeigt sich, dass die deutsche Raumfahrt- und New-Space-Akteurslandschaft mit ihrer leistungsfähigen Raumfahrtforschung und -entwicklung vielfältig und im Bereich technischer Komponenten und deren Fertigung international gut anschlussfähig ist. Auch in Deutschland sind Gründungen neuer Unternehmen zu verzeichnen und speziell für die frühen Gründungsphasen sind zahlreiche Fördermaßnahmen verfügbar. Da der Raumfahrtmarkt substanziell wächst, verspricht dieser auch für deutsche Unternehmen lukrative Marktchancen.

Allerdings stehen den potenziell vielversprechenden Entwicklungsmöglichkeiten diverse Innovationsbarrieren gegenüber, wie ein Mangel an Risikokapital (besonders in der Wachstumsphase von Start-ups), ein für kleinere Akteure tendenziell



schwer zugängliches Fördersystem sowie Rechtsunsicherheiten, die eine wettbewerbsfähige Entwicklung der Raumfahrt bremsen. Insgesamt wird in Deutschland im internationalen Vergleich eher wenig in die Raumfahrt investiert, was im Wettbewerb zu einer schlechteren Ausgangsposition führt. Eine entscheidende und zu überwindende Hürde besteht ferner in der Entwicklung von auf Daten und Technologien aus der Raumfahrt basierenden Geschäftsmodellen in anderen Branchen, damit sich die vielversprechenden Potenziale für Anwendungen, insbesondere im Downstreamsegment, erschließen können.

Es ergeben sich daraus im Wesentlichen drei Handlungsfelder: in den Bereichen Rechtssicherheit, innovationsbefördernde Maßnahmen sowie Unterstützung von New Space als innovative Industrie.

Die Anpassung des Rechtsrahmens, d.h. des bisher geltenden Weltraumrechts, erfolgt derzeit durch die Ausgestaltung eines nationalen Weltraumgesetzes unter Berücksichtigung von Lizenzierungsverfahren, Haftung, Zugang und Nutzung von Weltraumressourcen sowie Umgang mit Weltraumschrott. In Hinblick auf die ständig wachsenden Datenmengen, die durch Erdbeobachtungsmissionen von

Abb. 1 Zusammenfassung der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (SWOT)

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none">• vielfältige Akteurslandschaft und gut entwickeltes New-Space-Ökosystem• leistungsfähige Raumfahrtforschung und -entwicklung• teilweise weltweite Spitzenstellung in der Forschung (Sensor, Radar, Miniaturisierung)• sich entwickelnde New-Space-Start-up-Szene• gut ausgebautes Fördersystem für die Frühphasenförderung von Start-ups• in Deutschland 3 von 9 ESA-Zentren• 4 Clusterinitiativen und Netzwerke mit Raumfahrtbezug	<ul style="list-style-type: none">• Die mangelnde Verfügbarkeit von Wagniskapital ist eine Wachstumsbremse.• Im internationalen Vergleich fallen, gemessen am BIP, die Ausgaben von Deutschland für Weltraumprogramme gering aus.• KMU profitieren im Fördersystem eher indirekt.• Deutsche Weltraumstrategie von 2010 ist nicht mehr aktuell.• Vielfältige Potenziale der Raumfahrt bzw. von New Space erschließen sich der Bevölkerung kaum.
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none">• wachsender Raumfahrtmarkt• Anwendungen von Erdbeobachtungsdaten mit besonderem Wachstumspotenzial, hier könnten auch Marktführerschaften erreicht werden• Upstream- und Downstreamsektor bieten gleichermaßen Chancen.• Zeitnahe Entwicklung von Geschäftsmodellen im Bereich Weltraumservices, wie z.B. Entsorgung von Weltraumschrott• positive Entwicklung der Zulieferindustrie durch Ausnutzung der Stärken im Maschinen- und Anlagenbau• Deutschland baut seine starke Positionierung in Richtung Vermittler zwischen Raumfahrtnationen weiter aus.	<ul style="list-style-type: none">• Substantielle Marktanteile könnten außerhalb von Deutschland und Europa liegen, weil etablierte bzw. neue US-amerikanische Plattformunternehmen den Markt dominieren.• Weltweiter Wettbewerb nimmt zu, Subventionspolitik der USA fördert die Marktdominanz US-amerikanischer Unternehmen.• Anwendungspotenziale für Nichtraumfahrtunternehmen erschließen sich nur langsam.• Kosteneinsparungen durch den Einsatz standardisierter Bauteile realisieren sich nicht.• Eine internationale Einigung zu Fragen des Weltraumrechts und Datenschutz verzögert sich oder gelingt nur unzureichend.



einer Vielzahl von Akteuren erzeugt werden, stellt sich die Frage, wie durch internationale Abkommen der Datenschutz gewährleistet und die unrechtmäßige Auswertung wettbewerbsrelevanter Daten, insbesondere Unternehmen betreffend, verhindert werden kann.

Mit Blick auf innovationsfördernde Maßnahmen wäre vonseiten der Politik zu prüfen, ob für die Verbesserung des Zugangs zu Finanzierung speziell auf New Space ausgerichtete Finanzierungsinstrumente, wie z.B. ein bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) angesiedelter deutscher Weltrauminnovationsfonds, wünschenswert ist oder ob die Wachstumsunterstützung von Hochtechnologie-Start-ups und innovativen KMU insgesamt weiterentwickelt werden soll. Auch hinsichtlich des Fachkräftemangels könnte geprüft werden, ob es raumfahrtsspezifischer Programme für die Gewinnung von Talenten und zur Sicherung des wissenschaftlichen Nachwuchses bedarf oder ob diese Fragestellung vorzugsweise allgemein im Rahmen von innovationsunterstützenden Maßnahmen adressiert werden soll.

Deutsche KMU in der Raumfahrt werden ohne eine zielgruppenspezifische Ausrichtung der Förderinstrumente auch weiterhin primär eher indirekt von der Raumfahrtförderung profitieren, indem sie an Projekten als Unterauftragnehmer oder Zulieferer größerer Akteure beteiligt werden. Hier wäre eine stärkere Ausrichtung zukünftiger Förderprogramme etwa durch eine Quote für Start-ups und KMU oder ausschließlich auf Start-ups und KMU ausgerichtete Unterstützungsmaßnahmen abzuwägen, um die Innovationskraft der Raumfahrtindustrie noch besser auszuschöpfen.

Es könnte ferner geprüft werden, ob sich, wie in den USA üblich, ein Wettbewerb von kommerziellen Anbietern um Aufträge mit spezifizierten Fähigkeitsanforderungen („high level requirement“) auch für Europa bzw. Deutschland anbietet. Aufgrund der aktuellen Dynamik im New-Space-Markt böte es sich für Deutschland – auch im Rahmen des ESA-Engagements – an, ambitionierte Public Private Partnerships einzugehen, um damit zum Wachstum des Raumfahrtsektors beizutragen und gleichzeitig die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wirkungen der Raumfahrtaktivitäten zu stärken.

Hinsichtlich der im internationalen Vergleich relativ geringen staatlichen Mittel wäre zu überprüfen, ob die investierte Summe angesichts des zu erwartenden wirtschaftlichen Potenzials von raumfahrtbezogenen Produkten und Dienstleistungen (substanziell) erhöht werden sollte. Damit deutsche Unternehmen auf dem wachsenden Raumfahrtmarkt wettbewerbsfähig bleiben können, sind Maßnahmen zu entwickeln, mit denen die Wettbewerbsfähigkeit gesichert bzw. gesteigert werden kann.



Der in den letzten Jahren kostengünstiger gewordene Zugang zum Weltraum bietet erhebliche wirtschaftliche Chancen für eine Vielzahl an Branchen. Damit diese Chancen, insbesondere die Nutzung von Produkten und Dienstleistungen des Downstreamsegments in Nichtraumfahrtbranchen, genutzt werden können, ist die Raumfahrtindustrie gefordert, geeignete Anwendungen und Geschäftsmodelle für die Nichtraumfahrtindustrien zu entwickeln. Dazu böte es sich an, flankierend zur zukünftigen Raumfahrtstrategie die Nutzung von Weltraumtechnologien stärker auch in der Industriestrategie der Bundesregierung und in anderen strategischen Maßnahmen zu verankern, sodass der Anschluss zu New Space stärker mitgedacht wird.

Deutschlands starke Rolle in der europäischen Raumfahrt und auch die Beteiligung an internationalen Projekten wie der International Space Station (ISS) sowie bei der Erstellung des European Service Module (ESM)² für die zukünftigen bemannten Raumfahrzeuge der USA können als guter Ausgangspunkt für Folgeprojekte genutzt werden (DLR Raumfahrtmanagement o.J.b; ESA 2018d).

2 Das von einem europäischen Industriekonsortium entwickelte Modul ist Bestandteil der nächsten Mondlandefähre Orion und umfasst das Haupttriebwerk, Solarpaneele zur Stromerzeugung, Treibstoff-, Sauerstoff- sowie Wasservorräte und die Lebenserhaltungssysteme für bis zu vier Astronautinnen und Astronauten auf ihrem Weg zum Mond (DLR Raumfahrtmanagement o.J.d).

