

Antwort

der Bundesregierung

auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dieter Janecek, Anja Hajduk, Kai Gehring, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/12662 –

Beitrag der zivilen Raumfahrt für Klimaschutz und Innovation

Vorbemerkung der Fragesteller

Rund 1,5 Mrd. Euro investiert der Bund jährlich in die zivile Raumfahrt. Im Etat des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie machen die für zivile Raumfahrt und Weltraumforschung zur Verfügung gestellten Mittel knapp ein Fünftel des Gesamtbudgets aus. Auch im Etat des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wird ein dreistelliger Millionenbetrag für die nationale Weltraumforschung und Weltraumtechnik zur Verfügung gestellt. In Anbetracht der Höhe der von staatlicher Seite bereitgestellten finanziellen Mitteln ist die politische Schwerpunktsetzung innerhalb der deutschen Raumfahrtagenda samt ihrer ökologischen, technologiepolitischen und industriepolitischen Auswirkungen ein Prozess, der sowohl in der parlamentarischen als auch in der öffentlichen Debatte vergleichsweise wenig Aufmerksamkeit erfährt und der Zivilgesellschaft auch nur beschränkt Mitwirkungsmöglichkeiten einräumt.

Im November 2010 hat die damalige schwarz-gelbe Bundesregierung ihre Raumfahrtstrategie vorgelegt. Eine nach außen sichtbare konzeptionelle Überarbeitung dieser Strategie ist seitdem nicht erfolgt. Allerdings setzt die Bundesregierung nach eigener Aussage „bewusst neue Akzente“ (Bericht der Koordinatorin der Bundesregierung für die Deutsche Luft- und Raumfahrt vom 23. März 2017, Bundestagsdrucksache 18/11692) und nennt in diesem Zusammenhang die weiter zunehmende Digitalisierung in Wirtschaft und Gesellschaft sowie einen rasanten Aufstieg von privaten Geschäftsmodellen in der Raumfahrt. Auf der Ministerratskonferenz der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) im Dezember vergangenen Jahres in Luzern hat die Bundesregierung finanzielle Zusagen in einer Höhe von rund 2 Mrd. Euro gemacht. Die mit diesen Programmzusagen gesetzten Prioritäten in der deutschen Raumfahrtagenda entscheiden nicht zuletzt auch angesichts der Tragweite, die sie für den deutschen Haushalt haben, ganz wesentlich über den Nutzen der zivilen Raumfahrt für die Allgemeinheit, zukünftige Technologieentwicklungen, unternehmerische Entscheidungen und damit einhergehende Geschäftsmodelle.

Die Zielsetzungen im Bereich der zivilen Raumfahrt und Weltraumforschung, die in diesem Zusammenhang gewählten Instrumente und Programme sowie die Höhe der jeweils dafür bereitgestellten finanziellen Mittel bedürfen daher einer kontinuierlichen Überprüfung anhand differenzierter und transparenter Kriterien: Eine grundsätzliche Priorisierung sollten die Raumfahrtmissionen und Forschungsprogramme erfahren, die in möglichst vielen Lebensbereichen für möglichst viele Menschen eine Verbesserung ihrer Lebensqualität mit sich bringen. Eine nachhaltige und zukunftsfähige Raumfahrtagenda muss deshalb ganz wesentlich den Beitrag in den Fokus nehmen, den die zivile Raumfahrt zur Klimaforschung und ökologischen Transformation der Gesellschaft leisten kann. Zahlreiche technische Anwendungen unter anderem im Gesundheitswesen oder im Bereich der erneuerbaren Energien gehen auf Entdeckungen im und für das All zurück. Daher ist es entscheidend, Technologie- und Innovationstransfers sowie interdisziplinäre Synergien bei technologiepolitischen Entscheidungen zu berücksichtigen und neben Erkenntnissen der Grundlagenforschung den innovativen Beitrag der zivilen Raumfahrt auch auf andere Gebieten mitzudenken. Nicht zuletzt gilt beim Einsatz von Steuermitteln das Effizienzgebot.

Gerade im Bereich der Klimaforschung ist der Beitrag der zivilen Raumfahrt essentiell. Der Blick aus dem Weltraum auf unsere Erde erlaubt uns, die Auswirkungen des Klimawandels zum Beispiel auf Gletscher, Seen und Wüsten besser zu untersuchen. Kontinuität in der Finanzierung und in der Sicherung der Datenbasis ist dabei unerlässlich. Gerade in Zeiten, in denen die Verfügbarkeit und öffentliche Zugänglichkeit verlässlicher und vergleichbarer Daten über die Veränderungen der Erde und die Bedrohungen durch die Klimakrise einen so hohen Stellenwert einnehmen, muss sich diese Bedeutung in der politischen Schwerpunktsetzung der deutschen Raumfahrtagenda deutlich erkennbar wiederfinden.

Gleichzeitig können die zivile Raumfahrt und Weltraumforschung einen bedeutenden Beitrag leisten zu Innovationen, die der Allgemeinheit und einer vielfältigen, innovativen Unternehmenslandschaft zugutekommen. In kaum einem Industriezweig wird so viel Geld in Forschung und Entwicklung investiert wie in der Raumfahrt. Damit Innovationen aus der Weltraumforschung aber für mehr Menschen positive Wirkung entfalten, spielen ein Mehr an Transparenz sowie die Einbindung der Zivilgesellschaft in die Entscheidungen über die Forschungsagenden in der europäischen Raumfahrtforschung und nicht zuletzt auch die standardisierte Bereitstellung der mit Steuermitteln erhobenen Daten für die Öffentlichkeit eine große Rolle. Hier gibt es noch einen erheblichen Nachholbedarf. So ist zum Beispiel nicht nur für die Zivilgesellschaft nicht immer ersichtlich, wo genau die Trennlinien zwischen ziviler und militärischer Nutzung verlaufen, aus welchen Gründen welche Forschungsschwerpunkte gesetzt werden und zu welchen Daten freier Zugang besteht.

Eine neue Herausforderung für die europäische Raumfahrt liegt in der aktuell zu beobachtenden Kommerzialisierung der Raumfahrtbranche beziehungsweise in der Zunahme privater Akteure, denen es zunehmend lukrativ erscheint, mit eigener Technik im Weltraum aktiv zu sein. Immer mehr Schnittstellen zwischen Raumfahrt und Digitalwirtschaft ermöglichen es den Akteuren des so genannten New Space, zumeist stark anwendungsorientiert neue Perspektiven, Technologien und Herangehensweisen zu entwickeln, um damit neue Geschäftsmodelle in einer staatlich subventionierten Branche mit hohen Kosten und Zutrittsschranken tragfähig zu machen. Nicht zuletzt, diese neuen Entwicklungen lassen eine Überprüfung sinnvoll erscheinen, welche aktuellen staatlichen Investitionen mittel- und langfristig zukunftsfähig sind.

1. Wurden von Seiten der Bundesregierung angesichts der aktuellen Tendenzen, Chancen und Herausforderungen für die deutsche und europäische Raumfahrt bereits Pläne gefasst oder Schritte in die Wege geleitet, die aus dem Jahr 2010 vorliegende Raumfahrtstrategie zu überarbeiten?

Die Raumfahrtstrategie der Bundesregierung zielt darauf, die Raumfahrt umfassend zur Bewältigung zentraler globaler Herausforderungen zu nutzen und dabei auch ihr ökonomisches Potenzial noch stärker auszuschöpfen. Mit diesem Anspruch ist sie angesichts der aktuellen Tendenzen, Chancen und Herausforderungen für die deutsche und europäische Raumfahrt nach wie vor aktuell. Insofern ist eine grundlegende Überarbeitung derzeit nicht geplant.

- a) Wenn ja, welcher Zeithorizont wurde dabei ins Auge gefasst, und welche neuen inhaltlichen Ausrichtungen, Schwerpunkte sowie Schlüsselprojekte waren dafür ausschlaggebend?
- b) Wenn nein, welche Gründe haben für die Bundesregierung bisher dagegen gesprochen, und ist die Bundesregierung der Auffassung, dass die Raumfahrtstrategie aus dem Jahr 2010 noch in all ihren Aspekten aktuell ist?

Die Fragen 1a und 1b werden gemeinsam beantwortet.

Auf die Antwort zu Frage 1 wird verwiesen.

2. Welchen Beitrag leistet die zivile Raumfahrt aus Sicht der Bundesregierung zum Klimaschutz, und welche konkreten Maßnahmen hat die Bundesregierung in die Wege geleitet, um die Potentiale der zivilen Raumfahrt und Weltraumforschung noch stärker für den Klimaschutz nutzbar zu machen?

Die Bundesregierung beteiligt sich an der Entwicklung der zivilen Raumfahrt und der Weltraumforschung. Sie beteiligt sich u. a. umfassend an der Ausgestaltung und Weiterentwicklung nationaler und europäischen Erdbeobachtungskapazitäten. Das europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus ist ein wichtiges Beispiel. Copernicus stellt neben den Erdbeobachtungssatelliten und anderen Erdbeobachtungsdaten (z. B. Insitu-Messdaten) sogenannte thematische Dienste und Datenprodukte bereit.

Die zivile Raumfahrt trägt durch die Erhebung von atmosphärischen, ozeanografischen und anderen erdbezogenen Zustandsdaten zur Erforschung von globalen Klimaveränderungen bei. Damit ist die zivile Raumfahrt Teil eines Instrumentariums, auf das die Klimaforschung insgesamt zurückgreift. Dies umfasst Beiträge

- zum Prozessverständnis des Klimawandels, als Datengrundlage zur Unterstützung von Forschung und Entwicklung, insbesondere durch die Messung wesentlicher Klimavariablen (Essential Climate Variables, ECV);
- zur Überwachung der Auswirkungen des Klimawandels, z. B. den Veränderungen der Atmosphäre, der Kryosphäre, des Meeresspiegels, der Landbedeckung und -nutzung oder der Temperatur der Land- und Ozeanoberflächen;
- zur Überwachung der Wirksamkeit politischer Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels oder zur Anpassung an den Klimawandel.

Deutschland beteiligt sich führend an den relevanten Satellitenprogrammen der Europäischen Weltraumorganisation ESA und von EUMETSAT. Hervorzuheben sind das Erdbeobachtungsrahmenprogramm der ESA, dessen verschiedene Missionen verschiedene Aspekte des Klimasystems erforschen, die ESA-Klimainitiative und die polar umlaufenden und geostationären EUMETSAT-Missionen.

Die Satellitenfamilien des Copernicus-Programms von ESA und EU liefern Beiträge zur Überwachung des Klimawandels. Der Copernicus-Klimadienst erstellt auf dieser Grundlage ein umfassendes Informationsangebot.

Die Daten des Copernicus-Programms werden kostenlos für jeden Nutzer und jede Art der Nutzung zur Verfügung gestellt.

Die unter Copernicus operationell betriebenen Dienste liefern wichtige Datengrundlagen für Klima- und Umweltfragestellungen; so liefern die Dienste „Atmosphärenmonitoring“ und „Klimamonitoring“ zum Beispiel Informationen zu atmosphärischen Spurengasen und Essentiellen Klimavariablen. „Ozeandienst“ und „Landdienst“ stellen Datengrundlagen für einen effektiven Klimaschutz oder für die Erarbeitung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel bereit. Hervorzuheben sind die Informationen zu Meeresspiegelschwankungen, Monitoring von Ländynamiken, Vegetationsveränderungen, Binnengewässern oder globalen Energieflüssen.

Um die Daten und Potentiale der Satellitenfernerkundung für den Klimaschutz effektiv nutzbar zu machen, fördert die Bundesregierung eine Vielzahl an Projekten. Die „Satellite Application Facility on Climate Monitoring“ (CM SAF) wird vom Deutschen Wetterdienst (DWD) als nationalem meteorologischen Dienst geleitet, welcher auch eine maßgebliche Rolle bei der ESA „Climate Change Initiative“ und der Umsetzung des Copernicus Programms wahrnimmt. Im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit wird derzeit untersucht, inwieweit sich die Daten von Copernicus für ein Ozonprognoseverfahren einsetzen lassen. Im Rahmen eines weiteren Vorhabens werden Verfahren entwickelt, um den operationellen Einsatz von Satellitendaten für die nationale Berichterstattung zur Luftqualität zu etablieren. Eine Machbarkeitsstudie untersucht Möglichkeiten zur bundesweiten Baumartenerkennung, da die Baumartenzusammensetzung bei der Entwicklung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel von Bedeutung ist. Eine weitere Studie hat die Nutzbarkeit von Copernicus-Daten und -Diensten für das Monitoring der Indikatoren der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel evaluiert.

Alle Erdbeobachtungsmissionen des Nationalen Raumfahrtprogramms tragen wesentlich zur Messung von ECV oder von Auswirkungen des Klimawandels bei: TerraSAR-X/TanDEM-X (seit 2007/10), MERLIN (ab 2021), EnMAP (ab 2019), METImage (ab 2021), GRACE und dessen Nachfolgemission GRACE Follow-On (ab 2017). Genauere Informationen zu den einzelnen Missionen finden sich unter www.dlr.de.

Diese Missionen des Nationalen Raumfahrtprogramms werden mit Beiträgen aus Forschung und Technologie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) unterstützt und ergänzt.

Zusätzlich betreibt Deutschland eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, v. a. im DLR. Das DLR trägt damit wesentlich zur Realisierung nahezu aller nationalen und europäischen Projekte und Missionen bei und nutzt die gewonnenen Daten gemeinsam mit weiteren Forschungseinrichtungen zur Erforschung von Klimaveränderungen als Teil des globalen Wandels durch

- Modellierung von Klimaveränderungen auf Basis von satelliten- und flugzeuggestützten Messdaten,
- Entwicklung und Erprobung von Algorithmen zur Gewinnung umwelt- und klimarelevanter Variablen (ECV),
- Betrieb von Satellitenmissions-Nutzlast-Segmenten zur operationellen Gewinnung qualifizierter Geodaten für die klimarelevanten Wissenschaften sowie
- Entwicklung von Monitoring- und Umwelt-Frühwarnsystemen auf der Basis von nationalen und europäischen Erdbeobachtungsdaten wie TerraSAR-X, TanDEM-X und den Sentinel-Satelliten.

Ein weiteres mögliches Projekt ist die Satellitenmission Tandem-L. Sie hat zum Ziel, tagesaktuell und in bisher nicht erreichter Qualität auch dynamische Prozesse wie z. B. Biomassewachstum und -verteilung oder Wasser- und Eismengen zu ermitteln. Mit Tandem-L könnten somit die Folgen des Klimawandels in terrestrischen Ökosystemen umfassend und in hoher zeitlicher Abdeckung erkennen- und quantifizierbar gemacht werden. Tandem-L wird derzeit vom Wissenschaftsrat evaluiert.

Als Instrument für eine optimierte Routenführung und Verkehrssteuerung im Straßenverkehr sowie eine effizientere Spurführung in der Landwirtschaft leisten die Europäischen Satellitennavigationssysteme Galileo und EGNOS einen Beitrag zur Reduzierung von Emissionen und somit zum Klimaschutz.

3. Auf welchem aktuellen Stand befinden sich Projektplanungen, zukünftig mittels entsprechender Technik im Weltraum global Treibhausgaskonzentrationen zu messen und ihre Entstehung beziehungsweise ihre Ursprungsquellen sichtbar zu machen?

Wasserdampf als klassische meteorologische Variable wird bereits global überwacht, so dass entsprechend lange dekadische Zeitreihen und deren Quellenanalyse vorliegen.

Die Ausweitung der globalen Beobachtung und Quellenanalyse einer Vielzahl von Treibhausgasen u. a. im Rahmen des EU-Copernicus-Programms (z. B. Sentinel-Missionen, Copernicus Klimadienst) läuft. Des Weiteren werden die in Bau befindlichen europäischen Wettersatelliten (Meteosat Third Generation) im Rahmen der technischen Möglichkeiten verstärkt darauf ausgelegt, Treibhaus- und Spurengase zu beobachten.

Von 2003 bis 2014 wurden globale CO₂-Konzentrationen vom Instrument SCIAMACHY auf Envisat gemessen. Die deutsch-französische Mission MERLIN zum Methan-Monitoring befindet sich in Bau. Der Start ist für 2021 vorgesehen. Eine CO₂-Monitoring-Mission im Rahmen des europäischen Copernicus-Programms befindet sich momentan in der Diskussion. Die Programmentscheidung für die Entwicklung fällt 2019. Der Start ist 2025 möglich.

4. Ab welchem Zeitpunkt rechnet die Bundesregierung voraussichtlich mit der Einsatzfähigkeit einer derartigen Technik, und ist geplant, die entsprechenden Daten öffentlich zugänglich zu machen?

Es wird auf die Antwort zu Frage 3 verwiesen. Die Daten sollen öffentlich zugänglich gemacht werden. Die bereits existierenden Produkte sind in der Regel öffentlich zugänglich. Auch für die zukünftigen Produkte ist ein öffentlicher Zugang zu den Daten geplant.

5. Sind der Bundesregierung aktuell Missionen zur Messung von Treibhausgasen von anderen Staaten bekannt?

a) Wenn ja, welche?

Der Bundesregierung sind die Missionen folgender Staaten bekannt:

USA: OCO-2, Japan: GOSAT, Frankreich: MicroCarb und China: TanSat.

b) War eine deutsche Beteiligung an diesen oder vergleichbaren Missionen geplant, und wenn nein, warum nicht?

Frankreich warb um eine Beteiligung bei MicroCarb. Auf eine deutsche Beteiligung wurde allerdings verzichtet, weil mit dem verfolgten Konzept CO₂-Monitoring nicht in ausreichender Genauigkeit möglich ist, im Gegensatz zur avisierten Copernicus-CO₂-Mission.

6. Liegen der Bundesregierung Zahlen dazu vor, wie sich die Treibhausgasemissionen der deutschen und europäischen Raumfahrt in den vergangenen zehn Jahren entwickelt haben, und welche bisher verfolgten beziehungsweise zukünftig geplanten Ansätze zur Treibhausgasreduktion sind aus Sicht der Bundesregierung besonders vielversprechend?

Der Anteil der durch die europäische Raumfahrt selbst erzeugten Treibhausgase an der gesamten (europäischen) Treibhausgasproduktion ist verschwindend gering. Verschiedene Studien wurden dazu weltweit durchgeführt, u. a. mit Mitteln der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Die der Bundesregierung vorliegenden Resultate lassen allerdings keine belastbare Quantifizierung zu.

7. Wie schätzt die Bundesregierung das Kosten-Nutzen-Verhältnis und die ökologische Bilanz von der Wiederverwendung von Trägerraketen ein?

Die ökologische Bilanz einer Rakete hängt ganz wesentlich von der Auswahl der Treibstoffe in der Unter- und Oberstufe ab und weniger von der Wiederverwendung der vergleichsweise wenig ins Gewicht fallenden metallischen Strukturanteile. So ist z. B. in der Flugphase in der höheren Atmosphärenschicht die Verwendung von Wasserstoff/Sauerstoff als Treibstoff (wie bei Ariane 5 und 6) dem Einsatz von Kerosin/Sauerstoff (wie bei Falcon 9) vorzuziehen. Die Nutzung der Kombination Methan/Sauerstoff wird noch untersucht.

8. Verfolgt die Bundesregierung langfristig das Ziel, Trägerraketen mehrfach zu verwenden?

Bis zum Jahr 2024 werden erhebliche Bundesmittel im Rahmen des europäischen Entwicklungsprogramms Ariane 6 der Europäischen Weltraumorganisation ESA gebunden. Die anschließende Entwicklung einer mehrfach wiederverwendbaren Rakete würde erneut Mittel in noch höherem Maße beanspruchen als bisher (absolut und jährlich). Dies würde den finanziellen Spielraum zur verstärkten Nutzung der Raumfahrt für z. B. die Klimaforschung entsprechend reduzieren. Es gilt daher abzuwägen, ob der Nutzen einer wiederverwendbaren Trägerrakete den Entwicklungsaufwand rechtfertigt; hierzu und wird auch auf die Antwort zu Frage 7 verwiesen. Auf technologischem Gebiet unternimmt die Bundesrepublik im ESA-Programm allerdings Vorstudien, um ihre Bewertungskompetenz für neue Technologien zu erhalten. Zusätzlich werden im Rahmen der DLR-eigenen Forschung seit einigen Jahren grundlegende Technologien und Systemansätze für

den Bau zukünftiger wiederverwendbarer Trägersysteme entwickelt, mit Schwerpunkt auf Aerodynamik und Materialien.

9. Welchen Programmen der zivilen Raumfahrt und Weltraumforschung mit deutscher Beteiligung kommt aus Sicht der Bundesregierung eine besondere Bedeutung für den Klimaschutz und die Klimaforschung zu, und welche finanziellen Zusagen der Bundesregierung haben diese Programme bisher erhalten?

Basisdaten aus den EUMETSAT- und EOEP-Missionen sind wichtiger Grundpfeiler für die Überprüfung von Klimamodellen. Zur Unterstützung der Umsetzung des Pariser Klimaabkommens sind Satellitenmissionen mit Fähigkeiten zur Messung der Treibhausgase (v. a. Kohlendioxid und Methan), neben anderen Monitoringinstrumenten, von besonderer Bedeutung.

Die Copernicus- und EUMETSAT-Programme haben aufgrund ihres langfristigen Monitoring-Charakters besondere Bedeutung für den Klimaschutz. Die ESA-Programme (EOEP, CCI, CCI+) haben große Relevanz für die Klimaforschung. Alle drei genannten sind europäische Programme, an denen sich Deutschland führend beteiligt.

10. Gibt es aus Sicht der Bundesregierung angesichts des zuletzt ungewöhnlich starken Temperaturanstiegs in den Polarregionen einen akuten Handlungsbedarf, die Veränderungen der Polarregionen auch aus dem Weltraum noch besser zu dokumentieren?

Eine Verstärkung und Verstärkung des Monitorings der Polarregionen ist aus Sicht der Bundesregierung von großer Bedeutung.

Derzeit wird die Erweiterung der Copernicus Weltraumkomponente um eine entsprechende Mission diskutiert.

- a) Wenn ja, welche Maßnahmen sind dahingehend geplant, und werden in diesem Zusammenhang zusätzlich generierte Daten auch öffentlich zur Verfügung gestellt?

Derzeit sind Polar-Monitoring als Erweiterung des Copernicus-Programms sowie die POLARIS-Mission als ESA-Programm in der Diskussion. Sowohl die EU im Copernicus-Programm als auch die ESA verfolgen dabei eine Open-Data-Politik.

Das DLR betreibt mit GARS O'Higgins in der Antarktis sowie in der kanadischen Arktis in Inuvik polare Bodenstationen, mit deren Hilfe wichtige Daten zur Klimaforschung über den Polarregionen aufgezeichnet und regionale Forschung und Dienste unterstützt werden. Mit den gewonnenen Daten werden Verfahren u. a. zur Bilanzierung von Gletscher- und Meereisentwicklungen entwickelt sowie die Schneebedeckung in den Periglazial- und Hochgebirgen der Erde regelmäßig erfasst.

- b) Wenn nein, warum nicht?

Kann vor dem Hintergrund der Antwort zu Frage 10 entfallen.

11. An welchen Stellen sieht die Bundesregierung noch Nachbesserungsbedarf was die Bereitstellung spezifischer Daten und Satellitenaufnahmen für die Bereiche Klimaschutz und Klimaforschung an die Wissenschaft und die Zivilbevölkerung betrifft, und welche Priorität nimmt für die Bundesregierung in diesem Zusammenhang ein verbesserter Zugang zu häufig nachgefragten Satelliteneinstellungen mit der entsprechenden geografischen Abdeckung, der ausreichenden Auflösung und den notwendigen Zeitintervallen ein?

Mit beginnender Umsetzung des Pariser Abkommens steigt die Bedeutung des Verständnisses von Treibhausgasenquellen und entsprechender Beobachtungskapazität für ein verbessertes Treibhausgasmonitoring.

Die Bundesregierung hält die aktuell diskutierten Copernicus-Erweiterungen für sehr bedeutsam; hierzu wird auf Antwort zu Frage 2 verwiesen. Bezüglich des Datenzugangs sind eigens dafür betriebene Plattformen und deren Kontinuität wichtig; hierzu wird auf die Antwort zu Frage 18 verwiesen.

Gleichzeitig untersucht die DLR-eigene Forschung Möglichkeiten, durch eigene Kleinsatellitenkonzepte europäische Entwicklungen zu flankieren.

12. Ist nach Einschätzung der Bundesregierung die Kontinuität der für die Klimaforschung relevanten Daten in zumindest dem Umfang und in der Qualität, in dem und mit der sie aktuell durch die im Weltraum vorhandene Technik zur Verfügung gestellt werden können, auch zukünftig gesichert?

Die Kontinuität ist durch die nachhaltigen Programme der EU und EUMETSAT grundsätzlich bis ca. 2035 gesichert. Sofern Copernicus- und EUMETSAT-Programme auch künftig in demselben Maße weiterfinanziert und entsprechend erweitert werden, ist eine darüberhinausgehende Kontinuität gewährleistet. Auf internationaler Ebene z. B. der WMO wird regelmäßig eine Lückenanalyse durchgeführt, um programmatisch und missionsweise Diskontinuitäten in den Messungen zu vermeiden. Da sich abzeichnet, dass die USA in den nächsten Jahren ihre Investitionen in die Beobachtung von Klimavariablen deutlich reduzieren werden (z. B. durch die geplante Einstellung von OCO-3), gewinnen europäische Missionen für die gesamte Weltgemeinschaft nochmals an Bedeutung (hierzu wird auf die Antwort zu Frage 13 verwiesen).

- a) Wenn ja, auf welche konkrete technische Ausstattung und welche konkreten politischen Zusagen basiert die Bundesregierung die Einschätzung, dass die Kontinuität dieser Daten gesichert ist?

Die Einschätzung der Bundesregierung beruht auf den aktuell beschlossenen Programmen, die z. T. einen Zeitraum bis 2035 abdecken. Zusätzlich laufen die Planungen der Europäischen Kommission, von ESA und EUMETSAT über den Zeitraum ab 2035. Aktuelle Planungen der Europäischen Kommission, von ESA und EUMETSAT sind zwar bezüglich technischer Spezifikationen noch nicht vollständig ausgearbeitet und beschlossen, gehen aber in die Richtung einer Sicherung der Datenkontinuität.

- b) Wenn nein, welche konkreten Bemühungen unternimmt die Bundesregierung, um die Kontinuität dieser Daten sicherzustellen, und ist es aus Sicht der Bundesregierung überhaupt möglich, diese Kontinuität zum jetzigen Zeitpunkt noch vollumfänglich zuzusichern?

Da es sich um europäische Programme handelt, kann die Bundesregierung die Kontinuität nur gemeinsam mit ihren europäischen Partnern sicherstellen. Entsprechende Beschlüsse sind v. a. mit Blick auf den nächsten mehrjährigen Finanzrahmen der EU (für 2021 ff.) und bei der nächsten ESA-Ministerratskonferenz 2019 zu fällen.

13. Welche Konsequenzen hat aus Sicht der Bundesregierung die Entscheidung des derzeit amtierenden Präsidenten der Vereinigten Staaten von Amerika, die Finanzierung der Erdbeobachtung für Klimaforschung auslaufen zu lassen, und welche direkten und indirekten Konsequenzen ergeben sich diesbezüglich für die europäische und nationale Raumfahrt?

Sollten die USA die Finanzierung der Erdbeobachtung für Klimaforschung tatsächlich beenden, stünden fünf diesbezügliche US-Satellitenmissionen (PACE, OCO-3 und -2, CLAREO, DSCOVR) nicht mehr zur Verfügung. Diese Missionen liefern derzeit Klimadaten, die im internationalen Austausch als Basis für Klimamodelle dienen. Deutschland ist nicht als Kooperationspartner an diesen US-Missionen beteiligt.

Die Erdbeobachtungssatelliten der EU und der ESA – zum Beispiel die Sentinel-Satelliten der EU – sowie von EUMETSAT werden an internationaler Bedeutung gewinnen, auch wenn sie keinen vollumfänglichen Ersatz für fehlende und nicht mehr verwirklichte Erdbeobachtungsmissionen der NASA darstellen. Dasselbe gilt gegebenenfalls für die deutschen nationalen Erdbeobachtungsprojekte (TerraSAR, TanDEM, und künftig EnMAP oder METimage).

14. Welcher Anteil der Raumfahrtmissionen und Weltraumforschungsprogramme mit deutscher Beteiligung dient ausschließlichen zivilen Zwecken, und um welche handelt es sich dabei konkret?

Grundsätzlich verfolgen die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanzierten Raumfahrtaktivitäten zivile Zwecke. Das BMWi fördert die deutschen Raumfahrtaktivitäten auf nationaler und europäischer Ebene. Dazu gehören nationale Projekte, die deutschen Beiträge zur Europäischen Weltraumorganisation ESA sowie der Bereich „Raumfahrtforschung und -technologie“ des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR).

Die GRACE-FO Mission ist eine rein wissenschaftliche, also zivile Mission. Dies ist u. a. dokumentiert im Memorandum of Understanding zwischen NASA und GFZ: „GRACE-FO is a continuation of the science initiated by the United States-German GRACE mission that was launched in 2002.“

Die vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur finanzierten EUMETSAT-Programme, das Copernicus-Programm und das Galileo-Programm, sowie das globale Satellitennavigationssystem (GNSS) der Europäischen Union sind zivile Systeme unter ziviler Kontrolle.

- a) Aus welchen Gründen ist in diesen Fällen eine militärische Nutzung ausgeschlossen?

Eine spätere militärische Nutzung zivil entwickelter Technologien kann nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Vielfach reicht aber die räumliche Auflösung für eine militärische Nutzung nicht aus (z. B. GRACE-FO).

- b) Bei welchen konkreten Raumfahrtmissionen und Weltraumforschungsprogrammen mit deutscher Beteiligung waren sowohl eine zivile als auch eine militärische Nutzung von Anfang an geplant?

Die Satellitenkommunikationsmission Heinrich-Hertz ist eine ressortgemeinsame Mission, bei welcher sich militärischer (BMVg) und ziviler Nutzer (BMWi) den Satelliten teilen und getrennte Nutzlasten betreiben.

- c) Bei welchen Raumfahrtmissionen und Weltraumforschungsprogrammen mit deutscher Beteiligung ist zudem eine klare Trennung zwischen ziviler und militärischer Nutzung nicht möglich, und aus welchen Gründen?

Grundsätzlich ist bei Raumfahrtmissionen und Weltraumforschungsprogrammen, deren Daten bzw. Signale frei bzw. öffentlich verfügbar sind, eine Nutzung auch durch militärische Stellen nicht auszuschließen.

Die Verbreitung von kommerziell vermarkteten Erdbeobachtungsdaten wird in Deutschland durch das Satellitendatensicherheitsrecht reglementiert.

15. Wie viele finanzielle Mittel werden jährlich von der Bundesregierung für die bemannte Raumfahrt bereitgestellt (bitte um jährlichen, nach Ressorts aufgeschlüsselten Überblick von 2010 bis 2017 und Finanzplanung bis 2021), und wie schätzt die Bundesregierung mit Hinblick auf die technologischen Entwicklungen in der Mechatronik und Robotik die Zukunft der bemannten Raumfahrt ein?

Die Bundesregierung stellte aus dem Etat des BMWi im Rahmen des deutschen ESA-Beitrags und des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation Mittel in folgender Höhe für die astronautische Raumfahrt bereit bzw. hat folgende Planungen (jeweils in Mio. Euro):

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ist	Soll	Soll	Soll	Soll	Soll						
133,05	132,86	131,74	129,63	140,25	162,43	166,98	198,15	250,97	274,15	249,65	168,12

Mit dem technologischen Fortschritt steigt die Relevanz von robotischen Explorationsmissionen. Das automatische Landen und das Erkunden von Oberflächen auf Himmelskörpern (Mond, Mars, Asteroiden, Kometen) mit (teil-)autonom agierenden robotischen Systemen ist für die führenden Raumfahrtagenturen zunehmend beherrschbar geworden und dient der Erschließung neuen Wissens über den Weltraum. Die astronautische Raumfahrt wird durch automatische Versorgungsfahrzeuge und durch Robotersysteme z. B. bei Außenarbeiten auf der ISS unterstützt. Der Umfang automatisierter Experimentabläufe und Tele-Wissenschaft von der Erde aus wird zunehmen. Allerdings werden Astronauten aufgrund ihrer kognitiven Fähigkeiten in der näheren Zukunft nach wie vor bei der Durchführung von Forschungsaufgaben benötigt. Dazu gehören auch medizinische Untersuchungen unter Weltraumbedingungen, bei denen sie als Probanden dienen. Durch den zunehmenden Einsatz von Systemen, die mit künstlicher Intelligenz ausgestattet sind, wird die Effizienz der Astronautenaktivitäten gesteigert.

16. Welche konkreten Maßnahmen hat die Bundesregierung bisher zur Hebung von branchenübergreifenden Synergien im Bereich der Raumfahrt und Welt- raumforschung angestoßen, und liegen der Bundesregierung Kenntnisse da- rüber vor, wie groß der Anteil an kleinen und mittleren Unternehmen ist, der von den Angeboten der Initiative INNOspace profitiert?

Das DLR mit eigener Forschung in den Schwerpunkten Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr sowie dem Querschnittsbereich Sicherheit zielt in seiner neuen Gesamtstrategie darauf ab, Synergiepotenziale durch die enge Verknüpfung der in den Schwerpunkten stattfindenden Arbeiten noch besser zu nutzen.

Das DLR-Raumfahrtmanagement führt seit 2013 im Auftrag des BMWi die Ini- tiative INNOspace durch. Hierbei wurden in Kooperation mit den zuständigen Landesministerien bisher fünf branchenübergreifende Fachtagungen zu Themen Raumfahrt und Automotive, maritime Wirtschaft, Informationstechnologie, Pro- duktionsprozesse und neue Werkstoffe sowie Energie, Versicherungen, Bauwe- sen und Kritische Infrastrukturen durchgeführt. Zusätzlich fanden im Jahr 2015 zwei Workshops zu den Themen Raumfahrt und Energiewende bzw. Verifizieren und Validieren statt.

Im März 2017 startete das BMWi in Kooperation mit dem DLR-Raumfahrt-ma- nagement die Initiative „Raumfahrt bewegt“. Gemeinsam mit Fachverbänden der Mobilitätsbranchen, der Bitkom und der IG Metall wurde ein branchenübergrei- fender Dialog zwischen Raumfahrt und der Mobilitätsbranche vereinbart.

Teilnehmer an den o. a. Dialogmaßnahmen waren mit signifikantem Anteil kleine und mittlere Unternehmen (KMU), z. B. INNOspace-Tagung Energie, Versiche- rungen, Bauwesen und Kritische Infrastrukturen: 45 Prozent, Workshop Verifi- zieren und Validieren: 57 Prozent, Raumfahrt bewegt: 28 Prozent.

Das DLR-Raumfahrtmanagement fördert im Nationalen Programm für Weltraum und Innovation seit 2014 Innovations- und Transfervorhaben. Von den 19 Vor- haben, die aktuell in der Förderung sind bzw. waren, haben 21 Prozent eine KMU- Beteiligung als Zuwendungsempfänger bzw. Auftragnehmer.

17. Mit welchen Maßnahmen möchte die Bundesregierung in Kooperation mit der ESA sicherstellen, dass von den Programmen ScyLight und Electra ins- besondere hochinnovative kleine und mittlere Unternehmen profitieren und dass bei der entsprechenden Ausrichtung der Programme der Anwenderseite eine größere Beachtung als bei vergangenen Programmen zukommt?

Die ESA-ARTES-Programme ScyLight und Electra besitzen klare inhaltliche und technische Zielstellungen und dienen deshalb nicht primär der Unterstützung von KMU. Grundsätzlich sind innovative KMU jedoch beitragsfähig.

Aus den Erfahrungen im Electra-Vorgängerprogramm SmallGEO ist davon aus- zugehen, dass im Electra-Programm KMU vom Hersteller beauftragt bzw. als Zulieferer berücksichtigt werden und damit weiter gestärkt werden. Auch im neuen Programm ScyLight ist ein gesteigertes Interesse von KMU und For- schungseinrichtungen an einer möglichen Förderung zu beobachten.

18. Wie werden sich nach Ansicht der Bundesregierung neue Analysemethoden im Bereich Big Data auf die zukünftige Ausrichtung von Raumfahrtmissio- nen und die zukünftige Weltraumforschung auswirken (bitte um Nennung von Beispielen)?

In der Vielzahl und Vielfalt der unterschiedlichen Daten liegt noch viel Potenzial hinsichtlich einer synergetischen Auswertung, das mit neuen Analysemethoden

im Bereich Big Data gehoben werden kann und muss, z. B. durch eine gemeinsame Auswertung von Landoberfläche-, Vegetations- und Atmosphärendaten zusammen mit in situ erhobenen Daten. Die Bundesregierungen geht von folgenden Auswirkungen aus:

- Neue Märkte für Raumfahrtdienstleistungen werden durch Big Data weiter angeschoben und privatwirtschaftliche Geschäftsmodelle gewinnen an Bedeutung.
- Besonders für Weltraumwissenschafts- und Erdbeobachtungsmissionen mit ihren extrem hohen Datenaufkommen wurden und werden Analysemethoden entwickelt, die auch jenseits der Wissenschaft Anwendungen finden werden.
- Es ergeben sich in Erdbeobachtung wie auch in der Weltraumwissenschaft interessante Transferpotenziale (Spin-In- und Spin-Off-Effekte).

Deutschland hat mit seiner Expertise im Umgang mit großen Datenmengen ein hohes Maß an technologischen Fähigkeiten erreicht, die zum Teil Alleinstellungsmerkmale aufweisen und dazu beitragen, auch im ESA-Rahmen und bei weiteren internationalen Kooperationen Spitzenpositionen zu belegen.

- a) Welche Vorkehrungen treffen nach Kenntnis der Bundesregierung die deutsche und europäische Raumfahrt dahingehend (bitte um Nennung von Beispielen)?

Die Bundesregierung fördert Technologien und Infrastrukturen zu Datenempfang und -prozessierung sowie auch fortschrittlichste Technologien zur Langzeitarchivierung, zur Datenauswertung oder zur Verschneidung und Verknüpfung von Daten unterschiedlicher Sensoren. Sie sind Basis einer effektiven Nutzung von Big Data innerhalb und außerhalb der Raumfahrt.

In der Erdbeobachtung ist z. B. der Aufbau von CODE-DE, der nationalen Plattform zur Nutzung der Copernicus-Daten mit Implementierung von Big-Data-Analysemöglichkeiten, von Bedeutung. Mit der Umsetzung von CODE-DE ist das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum des DLR beauftragt. Das DLR-Raumfahrtmanagement hat zudem ein Förderprogramm für neuartige Analysemethoden von Big Data in der Erdbeobachtung gestartet. Auf europäischer Ebene sind der Aufbau von Plattformen im Rahmen von Copernicus und thematischer Plattformen im ESA-EOEP-Programm zu nennen.

Der DWD betreibt mit der Satellite Application Facility on Climate Monitoring (CM SAF) ein internationales Datenzentrum, das ebenfalls mit dem stetig wachsenden Datenvolumen umgehen muss und entsprechende Planungen eingeleitet hat.

Die Herausforderungen, die mit der verstärkten Digitalisierung verbunden sind, sind u. a. Thema des neu gegründeten DLR-Institutes für Datenwissenschaften in Jena, motiviert durch die in der Raumfahrt anfallenden umfangreichen Datenmengen und den damit verbundenen Herausforderungen bei Verarbeitung, Speicherung und Verteilung der Daten.

- b) Welche konkreten Planungen und Problemstellungen gibt es in diesem Zusammenhang in der Frage der Archivierung und eines öffentlichen Zugangs zu den anfallenden Daten?

Neben den internationalen Archiven, beispielsweise bei der ESA, bei Copernicus und bei EUMETSAT, existieren auf nationaler Ebene Archive für Satellitendaten

und satellitenbasierte Klimadatensätze (z. B. beim DWD, DLR, DKRZ). Die Interoperabilität der Archive, deren Vernetzung und der Zugang werden derzeit ausgebaut.

19. Wie viele Patente hat das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) nach Kenntnis der Bundesregierung innerhalb der letzten zehn Jahre jährlich angemeldet, und wie viele davon jeweils im Ausland?

Wie viele Lizenzen hat das DLR im selben Zeitraum jährlich an Unternehmen vergeben, und wie viele unterschiedliche Unternehmen haben im jeweils genannten Jahr Lizenzen vom DLR bezogen?

Nach Kenntnis der Bundesregierung stellt sich die Anzahl der jährlichen Patentanmeldungen insgesamt sowie die Anzahl der jährlichen Patentanmeldungen im Ausland¹ durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) innerhalb der letzten zehn Jahre wie folgt dar:

Jahr	Prioritätsbegründende Erstanmeldungen insgesamt	Prioritätsbegründende Auslandsanmeldungen (= Summe der internationalen (PCT), europäischen (EP) und nationalen Anmeldungen im Ausland)
2007	304	131
2008	249	113
2009	259	127
2010	376	134
2011	334	120
2012	319	119
2013	369	118
2014	281	90
2015	290	92
2016	292	63

¹ Hinweis: Es ist möglich, dass Schutzrechte in mehreren Ländern gleichzeitig angemeldet worden sind. Grundsätzlich werden ca. ein Viertel bis ein Drittel der deutschen Schutzrechte im Ausland nachgemeldet.

Nach Kenntnis der Bundesregierung stellt sich die Anzahl der jährlich durch das DLR vergebenen Lizenzen² innerhalb der letzten zehn Jahre wie folgt dar:

Jahr	Lizenz-Verträge mit der Wirtschaft	Lizenz-Verträge mit der Wissenschaft
2007	13	3
2008	14	2
2009	13	0
2010	20	2
2011	12	2
2012	10	0
2013	12	1
2014	18	1
2015	16	0
2016	29	6

20. Gibt es nach Ansicht der Bundesregierung im Bereich der Entwicklung und Produktion von Raumfahrttechnik noch nicht umfassend genutzte Synergie- und Effizienzpotentiale, und wenn ja, welche sind das?

Sieht die Bundesregierung Möglichkeiten, derartige Potentiale durch politische Maßnahmen noch stärker zu nutzen, zum Beispiel über wettbewerbsfördernde Maßnahmen oder durch veränderte finanzielle Anreize von staatlicher Seite dergestalt, dass in den Produktionsstufen, wo das möglich ist, noch stärker auf bereits entwickelte und vorhandene Technik zurückgegriffen wird, und Innovation damit stärker auf neue Produktionsprozesse fokussiert werden kann?

Sicherlich bestehen noch zu hebende Synergie- und Effizienzpotentiale, bei denen es sich sowohl um Spin-Off-Effekte, also um Transfers aus der Raumfahrt in andere Wirtschaftsbereiche, als auch um Spin-In-Effekte handelt, d. h. um die Nutzung anderweitig, z. B. in der IT-Branche, entwickelter (produktions-) technologischer Neuerungen in der Raumfahrt.

Diese zu erkennen und zu nutzen, sind typische Aufgaben der FuE-Einrichtungen und der Industrie und ergeben sich häufig durch konkrete Fragestellungen. Die Bundesregierung unterstützt die deutschen FuE-Einrichtungen und die Industrie bei der Möglichkeit, am europäischen und globalen Wettbewerb teilzunehmen.

Zu konkreten Beispielen der Unterstützung bei der Nutzung von Synergie- und Effizienzpotenzialen im Rahmen der Initiative INNOspace wird auf die Antwort zu Frage 16 verwiesen.

21. Inwiefern sieht die Bundesregierung in diesem Zusammenhang Veränderungsbedarfe beim DLR?

Das Zusammenspiel der verschiedenen Schwerpunkte des DLR und dessen Mehrwert können noch verbessert werden. Dazu hat das DLR im Rahmen des gerade abgeschlossenen Strategieprozesses eine Querschnittsinitiative gestartet. In einem neuen Querschnittsbereich Digitalisierung werden die relevanten Arbeiten

² Hinweis: Grundsätzlich hat das DLR mit keinem Unternehmen mehr als einen Lizenzvertrag pro Kalenderjahr abgeschlossen.

in den Schwerpunkten noch enger verknüpft und mit Querschnittsprojekten ein über die bestehenden Schwerpunkte hinausgehender, technologischer Mehrwert für Deutschland geschaffen.

22. Wie viele junge, innovative Start-ups gibt es nach Kenntnis der Bundesregierung zum jetzigen Zeitpunkt, die sich zum Beispiel mit neuen digitalen Dienstleistungen, innovativen Drohnenanwendungen oder privaten Raumfahrtprojekten im Bereich Raumfahrt engagieren, und wie hat sich ihre Zahl über den Zeitraum der vergangenen zehn Jahre entwickelt?

Die Gründerzentren ESA BIC Bavaria und Darmstadt haben bereits über 150 Unternehmensgründungen unterstützt und damit die innovativen Ideen für die Nutzung von Raumfahrttechnologien und -infrastrukturen in andere Wirtschaftsbereiche gefördert. Ein Schwerpunkt dieser Unternehmensgründungen liegt auf Softwarelösungen, Apps und digitalen Anwendungen, insbesondere in den Bereichen Navigation, Kommunikation und Bildverarbeitung. Die Entwicklung der letzten zehn Jahre ist positiv. Das Forschungszentrum DLR setzt „Big Data“-Techniken in seiner datenwissenschaftlichen Forschung ein, mit Anwendungen z. B. in der Erdbeobachtung und im Flugzeugbau. Ausgründungen aus der Forschungseinrichtung DLR heraus werden in diesem Bereich grundsätzlich unterstützt, wenn das Marktpotential erkennbar und die technologische Reife gegeben ist.

23. Welche Beispiele hat die Bundesregierung vor Augen, wenn es ihr darum geht, insbesondere die „Disruptionspotenziale“ (Bericht der Koordinatorin der Bundesregierung für die Deutsche Luft- und Raumfahrt: Die deutsche Luft- und Raumfahrt – Innovation und Hochtechnologie für eine Welt im Wandel, vom 23. März 2017) der Start-up-Szene im Bereich der zivilen Raumfahrt gezielt zu erschließen, und in welchen konkreten Entwicklungs- und Produktionsbereichen sieht sie hierfür spezielle Ansatzpunkte?

Die Bundesregierung will junge Unternehmen, die noch keinen direkten Bezug zur Raumfahrt haben, für diese Zukunftsbranche interessieren und so neue Ideen aus anderen Bereichen für die Raumfahrt erschließen. Besonders erfolgversprechend erscheinen in dieser Hinsicht die IT-Branche, besonders die vernetzte Produktion (Industrie 4.0), Big Data, Internet of Things (IoT) und die Mobilitätsbranche. Konkrete Beispiele sind digitale Dienstleistungen, die Raumfahrt nutzen, innovative Drohnenanwendungen oder sogar private Raumfahrtprojekte.

24. Liegen der Bundesregierung Erkenntnisse darüber vor, welcher Anteil an weltweiten Raumfahrtaktivitäten zum aktuellen Zeitpunkt auf privatwirtschaftliche Initiativen zurückzuführen ist, und sind der Bundesregierung in diesem Zusammenhang Zahlen bekannt, die den entsprechenden deutschen und europäischen Umfang und Anteil an privatwirtschaftlichen Weltraumaktivitäten abbilden?

Vom weltweiten Raumfahrtumsatz (Raumfahrttechnologie, Datennutzung und -anwendung) von 288,3 Mrd. Euro im Jahr 2015 wurden rund 76 Prozent nicht durch staatliche Raumfahrtbudgets finanziert. Darin enthalten sind weit überwiegend Umsätze in der Anwendung, z. B. Satellitenfernsehen, und Datennutzung, z. B. auch Datenkäufe staatlicher Ankerkunden aus dem Nicht-Raumfahrtbereich (zivile wie militärische).

Für Deutschland existieren nur belastbare Zahlen zum Umsatz der eigentlichen Raumfahrttechnologie-Branche, die somit mit den o. a. Werten nicht vergleichbar sind: Der Umsatz der deutschen Raumfahrtindustrie betrug 2015 rund 2,5 Mrd.

Euro mit einem privatwirtschaftlichen Anteil von rund 43 Prozent. Diese Quote ist vergleichbar mit der des europäischen Raumfahrtmarktes insgesamt, der 2015 einen kommerziellen Anteil von rund 44 Prozent aufwies. Im Jahr 2016 stieg Umsatz der deutschen Raumfahrtindustrie auf 2,9 Mrd. Euro bei einem kommerziellen Anteil von 49 Prozent. Dieser positive Trend besteht bereits seit über einem Jahrzehnt; zum Vergleich: Im Jahr 2006 lag die Quote kommerziellen Umsatzes noch bei 20 Prozent.

25. Welche geeigneten Maßnahmen und Aktivitäten (vgl. gemeinsame Erklärung zum Branchendialog Luft- und Raumfahrt des Bundesministers für Wirtschaft und Energie am 12. Januar 2016) hat die Bundesregierung bisher ergriffen, um die deutsche Raumfahrt auf die Herausforderungen durch die zunehmende Kommerzialisierung des Weltraums und einen sich verändernden globalen Wettbewerb einzustellen, und welche Ergebnisse hat in diesem Zusammenhang die angekündigte Evaluierung des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation erbracht?

Im Jahr 2016 wurde die Studie „New Space – Geschäftsmodelle an der Schnittstelle von Raumfahrt und digitaler Wirtschaft“ veröffentlicht. In Umsetzung der dort gegebenen Handlungsempfehlungen wurde die Komponenteninitiative des DLR-Raumfahrtmanagements gestärkt, Förder- und Beschaffungsverfahren wurden überprüft und z. T. angepasst sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen geprüft. Außerdem wurden Dialoge mit der Industrie sowie Branchenkonzferenzen durchgeführt, z. B. im Rahmen der Initiativen INNospace oder „Raumfahrt bewegt“ (hierzu wird auch auf die Antwort zu Frage 16 verwiesen). Der neu geschaffene Ideenwettbewerb „INNospace Masters“ wurde bereits zweimal durchgeführt.

Eine Evaluierung des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation hat noch nicht stattgefunden.

26. Wie haben sich nach Kenntnis der Bundesregierung im Zeitraum der vergangenen zehn Jahre die durchschnittlichen Kosten je auf einer Rakete platziertem Kilogramm entwickelt, zu denen es Anbietern in globalem Rahmen möglich war, Technik in den Weltraum zu befördern, und welche möglichen Konsequenzen hat die Bundesregierung bisher aus dieser Entwicklung für ihre Schwerpunkte und Finanzplanungen im Bereich der zivilen Raumfahrt gezogen?

Ein weltweiter Preisvergleich für Transportkosten von Nutzlast ins All ist nicht ohne weiteres möglich. Der Raumtransport-„Markt“ ist in der Realität kein klassischer offener Markt, bei dem sich Preise über Angebot und Nachfrage bilden. Ein Großteil der jährlichen Starts sind z. B. militärisch motiviert und somit nicht für ausländische Raketentreiber zugänglich. Preisinformationen zu diesen Starts liegen nicht vor.

Am sinnvollsten lässt sich die Preisentwicklung für den geostationären Transferorbit darstellen: In diesem Segment des Raumtransportes herrschen Bedingungen, die einem freien Markt am nächsten kommen. Marktführer im zugänglichen Markt ist der europäische Anbieter Ariane Group (früher Arianespace). Der von Ariane Group in diesem Segment angebotene Träger Ariane 5 hatte vor zehn Jahren einen Preis von 20 Mio. Euro pro Tonne Nutzlast. Heute sind es 15 bis 16 Mio. Euro pro Tonne. Diese Preisentwicklung wird in den Finanzplanungen berücksichtigt.

Die Bundesregierung hat auf der ESA-Ministerratskonferenz 2014 beschlossen, sich am Entwicklungsprogramm der Ariane-6-Trägerrakete zu beteiligen. Ziel ist eine Kostensenkung um mehr als 40 Prozent im Vergleich zur Ariane 5, dies bedeutet einen Zielpreis von rund 8 Mio. Euro pro Tonne.

27. Wie viele deutsche Unternehmen wurden in den vergangenen zehn Jahren jeweils im Rahmen von durch den deutschen Staat mitfinanzierten Raumfahrtprojekten mit der Entwicklung und Produktion von Weltraumtechnik beauftragt, und wie viele dieser Unternehmen wurden in den jeweiligen Jahren erstmalig mit einem derartigen Auftrag betraut?

In den vergangenen zehn Jahren haben ca. 465 deutsche Unternehmen aus deutschen Steuermitteln finanzierte Weltraumtechnik entwickelt und produziert (im Rahmen des deutschen ESA-Engagements und des Nationalen Programmes für Weltraum und Innovation). Seit 2006 wurden im Nationalen Programm ca. 80 Unternehmen erstmalig mit derartigen Aufgaben betraut. Für die ESA liegen solche Daten nicht vor.

Hinzu kommen etliche deutsche KMU, die als Unterauftragnehmer an o. a. Projekten beteiligt waren. Eine genaue Zahl liegt hierzu nicht vor.

28. Zu welchen der Handlungsempfehlungen im Bereich „Rahmenbedingungen: Wettbewerbsfähigkeit sichern“ der vom Bundeswirtschaftsministerium in Auftrag gegebenen Studie „NewSpace“ wurden seit Erscheinen der Studie im Frühjahr 2016 bereits erste Schritte in die Wege geleitet, und welche waren das konkret?

Es wird auf die Antwort zu Frage 25 verwiesen.

29. Inwiefern sieht die Bundesregierung die zunehmende Bedeutung der Kommerzialisierung der Raumfahrt auch in der finanziellen Schwerpunktsetzung im Rahmen der deutschen Zusagen auf der ESA-Ministerratskonferenz und innerhalb des Budgets des DLR abgebildet, und wie begründet die Bundesregierung die im Vergleich mit anderen europäischen Staaten eher geringere Fokussierung der finanziellen Zusagen auf Technologieentwicklungsprogramme?

Der strategische Schwerpunkt der Ministerratskonferenz 2016 lag für Deutschland auf den Raumfahrtanwendungen. Entsprechend der Raumfahrtstrategie wurden die Erdbeobachtung mit EOEP-5 (296 Mio. Euro), die Satellitenkommunikation mit dem ARTES-Programm (160 Mio. Euro) und die Technologieförderprogramme (63 Mio. Euro) gestärkt. Auch innerhalb des Nationalen Programms für Weltraum und Innovation bilden die Anwendungsprogramme einen großen Schwerpunkt. Im Haushaltsjahr 2016 wurden rund 100 Mio. Euro in diese Bereiche investiert.

Deutschland steht aber auch zu den langfristig eingegangenen Verpflichtungen bei der Internationalen Raumstation und der Entwicklung der Trägerrakete Ariane 6. Deren Entwicklung, in die Deutschland 2014 substanzielle Mittel investiert hat, ist ein Beispiel für die Stärkung der Kommerzialisierung in der europäischen Raumfahrt. Denn die Firma Ariane Group wird sich mit diesem Träger am Markt positionieren und dabei mehr Verantwortung übernehmen. Die auf der Ministeratskonferenz gezeichneten Mittel wurden ausgewogen auf neue Programme und langfristige Verpflichtungen verteilt.

30. Wie viele Objekte hat das Weltraumlagezentrum seit seiner Inbetriebnahme jährlich im erdnahen Orbit registriert, und welche Prognosen werden dort hinsichtlich der Zunahme der zu beobachtenden Objekte innerhalb der kommenden zehn Jahre angestellt?

Das Weltraumlagezentrum wird erst ab 2018 mit dem Überwachungs- und Bahnverfolgungsradar GESTRA und einem Teleskop über eigene Sensorik verfügen. Deswegen wurden bislang keine Objekte durch das Weltraumlagezentrum erfasst und katalogisiert („registriert“). Stattdessen nutzt das Weltraumlagezentrum bislang die verfügbaren Bahndaten des US-amerikanischen Kataloges sowie seit Mitte 2016 den hoch genauen US-amerikanischen SP-Katalog. Dadurch konnte das Weltraumlagezentrum seit Inbetriebnahme ca. 17 500 Objekte verarbeiten, um beispielsweise Berechnungen für die Annäherungen zweier Objekte, den Wiedereintritt von Objekten oder zu Überflügen von Satelliten durchzuführen.

Nach derzeitiger Planung wird das Weltraumlagezentrum innerhalb der nächsten zehn Jahre ca. 10 000 bis 15 000 Objekte beobachten können. Ferner wird erwartet, dass weitere Beobachtungsdaten durch die Sensoren anderer europäischer Staaten im Rahmen des Programms EU-SST der Europäischen Union verfügbar sein werden. In den kommenden Jahren ist mit einer weiteren Zunahme an Weltraumschrott – und somit auch mit einer Zunahme der zu beobachtenden Objekte – zu rechnen (im Übrigen wird auf die Antwort zu Frage 32 verwiesen).

31. Wie viele Kollisionswarnungen und Wiedereintrittsvorhersagen hat das Weltraumlagezentrum seit seiner Inbetriebnahme jährlich ausgesprochen beziehungsweise übermittelt, und nach welchen Kriterien wird entschieden, welchem Empfängerkreis derartige Informationen zugänglich gemacht werden?

Seit 2012 wurden 76 Kollisionswarnungen verschickt (2012: 9, 2013: 9, 2014: 15, 2015: 15, 2016: 16, 2017: bislang 12, Stand: 7. Juni 2017). Den Empfängerkreis von Kollisionswarnungen bilden die Eigentümer und/oder Betreiber der durch das Weltraumlagezentrum (WRLageZ) betreuten Satelliten, vorgesetzte zivile und militärische Dienststellen des WRLageZ sowie Empfänger entsprechend der internationalen Verpflichtungen im Rahmen der EU-SST-Projekte.

Seit 2012 wurden 147 Wiedereintrittswarnungen erstellt (2012: 17, 2013: 14, 2014: 45, 2015: 45, 2016: 18, 2017: bislang 8; Stand: 7. Juni 2017). Der Empfängerkreis für Wiedereintrittsvorhersagen richtet sich nach der Betroffenheit aufgrund geografischer Randbedingungen (z. B. Bodenspur, Sichtbarkeit): Informiert werden Behörden/Dienststellen (im Kontext Zivilschutz/Polizei) bzw. Bundeswehrdienststellen (Einsatzgebiete), vorgesetzte zivile und militärische Dienststellen des WRLageZ sowie Empfänger entsprechend der internationalen Verpflichtungen im Rahmen der EU-SST-Projekte.

32. Hat die Bundesregierung Erkenntnisse darüber, in welcher Anzahl oder in welchem Volumen sich aktuell Objekte, die von der Erde aus gesendet wurden und die nicht mehr funktionsfähig sind – sogenannter Weltraumschrott – im Erdorbit befinden?

a) Wenn ja, welche?

Erfasst und katalogisiert sind derzeit etwa 17 000 Objekte mit einer Gesamtmasse von ca. 7 500 t. Diese teilen sich auf in knapp 10 000 Trümmerteile aus Explosionen und Kollisionen, ca. 3 000 intakte Satelliten, die nicht mehr aktiv sind, und jeweils etwas weniger als 2 000 Raketenoberstufen und missionsbedingte Rückstände. Neben den Objekten, die erfasst und katalogisiert sind und typischerweise

größer als etwa 10 cm im Durchmesser sind, gibt es eine Vielzahl weiterer Weltraumschrottteile im Orbit, deren Verteilung mit Hilfe von Modellen berechnet werden. Nach dem in Deutschland entwickelten ESA-MASTER-Modell befinden sich ca. 750 000 Trümmer mit einem Durchmesser größer 1 cm und etwa 150 Mio. Trümmer mit einem Durchmesser größer 1 mm im Erdorbit.

- b) Inwiefern bewertet die Bundesregierung den menschlich verursachten Weltraumschrott als eine mögliche Bedrohung für neue Weltraummissionen und für unseren Planeten?
- c) Welche weiteren Erkenntnisse hat die Bundesregierung über mögliche Auswirkungen von menschlich verursachtem Weltraumschrott?

Die Fragen 32b und 32c werden gemeinsam beantwortet.

Der Weltraumschrott stellt ein Risiko für bemannte und unbemannte Raumfahrt dar, da er im Falle einer Kollision auch von kleinen Teilen mit Satelliten oder Raumfahrzeugen zu Schäden, Leistungseinbußen, Systemausfällen oder gar einer vollständigen Zerstörung führen kann. Durch solche Kollisionen droht die Zahl der Trümmer im Orbit in Zukunft weiter anzuwachsen.

Es wird erwartet, dass in den nächsten Jahren kommerzielle Betreiber große Flotten, sogenannte Mega-Konstellationen, von Satelliten für Breitband-Kommunikation in den niedrigen Erdorbit bringen werden. Sollten diese Pläne realisiert werden, kann sich die Anzahl der weltweit derzeit etwa 1 000 aktiv betriebenen Satelliten im Orbit innerhalb weniger Jahre mehr als verdoppeln.

Wiedereintretende Raumfahrzeuge verglühen zu großen Teilen in der Atmosphäre. Bei großen Raumfahrzeugen können je nach Beschaffenheit 10 bis 30 Prozent der Masse die Erdoberfläche erreichen. Es ist aber weltweit kein Fall bekannt, in dem es dabei zu einem ernsthaften Sach- oder Personenschaden gekommen wäre.

- 33. Aus welchen Gründen wurde das Programm Deutsche Orbitale Servicing Mission (DEOS) im Rahmen der ESA-Ministerkonferenz 2016 nicht ausgewählt?

Gibt es Bestrebungen seitens der Bundesregierung, dieses Programm im Rahmen des Nationalen Raumfahrtprogramms oder im Rahmen weiterer internationaler Kooperationen weiterzuführen?

Die Deutsche Orbitale Servicing Mission (DEOS) war ein im Nationalen Programm für Weltraum und Innovation betriebenes Projekt, das aus budgetären Gründen nicht weitergeführt wurde. Mit der ESA-Ministerratskonferenz 2016 steht es in keinem Zusammenhang.

Eine Weiterführung des DEOS-Projekts ist aus budgetären Gründen derzeit nicht möglich. Allerdings werden im Nationalen Programm für Weltraum und Innovation im Programm Robotik und Automation sowie in den DLR-Forschungsinstituten Technologien weiterentwickelt, die für künftige Anwendungen im Satelliten-Servicing nutzbar wären.

34. Wie positioniert sich die Bundesregierung hinsichtlich der Notwendigkeit eines von mehreren Akteuren geforderten Weltraumgesetzes, und bei welchen zu erwartenden Entwicklungen in der Raumfahrt wird aus Sicht der Bundesregierung eine gesetzliche Regulierung von Raumfahrtaktivitäten notwendig?

Die Weltraumverträge der Vereinten Nationen verpflichten Deutschland zu einer Genehmigung und Überwachung nichtstaatlicher Raumfahrtaktivitäten. Neben der steigenden Bedeutung einer funktionsfähigen Weltrauminfrastruktur für die moderne Industriegesellschaft machen auch die wachsende Zahl universitärer Kleinsatelliten sowie die mögliche Zunahme privatwirtschaftlicher Raumfahrtaktivitäten künftig eine gesetzliche Regelung erforderlich. Ein entsprechender Gesetzentwurf wird erarbeitet.

35. Welchen Beitrag kann aus Sicht der Bundesregierung die Raumfahrt im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit leisten?

Die zivile Raumfahrt leistet für die aktuellen Belange der Entwicklungszusammenarbeit (EZ) bereits heute einen wichtigen Beitrag, und zwar konkret mit satellitengestützter Fernerkundung und Geoinformationssystemen. Diese kommen derzeit insbesondere in den Bereichen Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel, Stärkung der Resilienz der vom Klimawandel betroffenen Länder, bei Frühwarnsystemen und der Hilfe nach Naturkatastrophen bzw. generell humanitärer Hilfe sowie in den Bereichen Stadtplanung, Katasterwesen, Waldmonitoring und Ernteprognosemodellen in Entwicklungsländern zum Einsatz. Dabei steht insbesondere die arme und vulnerable Bevölkerung im Vordergrund. Die Verwendung von Fernerkundungsdaten führt zu mehr Transparenz, höherer Informationsdichte und effizienteren Monitoringsystemen. In der EZ werden Daten aus unterschiedlichen Raumfahrt-Missionen genutzt. Durch die heutige und zukünftige Datenpolitik des kostenfreien Zugangs zu einer Vielzahl von Fernerkundungsdaten und Auswertemodulen ist dies zunehmend möglich.

In folgenden Projekten/Bereichen der deutschen EZ werden Satellitendaten genutzt:

- G7-InsuResilience Initiative für Klimarisikoversicherung: Indexbasierte Klimarisikoversicherungen (bspw. gegen Dürre, Wirbelstürme, Überschwemmungen, etc.) greifen bei der Indexkalibrierung und bei der Kalkulation im Auszahlungsfall auf historische und aktuelle Wetterdaten von Satellitensystemen zurück.
- REDD-Vorhaben (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation): Nutzung von Satellitendaten zur Identifizierung des Waldabdeckungsgrades und der qualitativen Beschreibung der Waldabdeckung sowohl bei der Programmkonzeption (Bedarfsanalyse) als auch beim Monitoring der Fortschritte oder der Aufdeckung von illegalem Holzabbau.
- Nach Naturkatastrophen oder nach Konflikten können mit Hilfe von Satellitendaten (etwa zu Schadensbereichen bei Erdbeben, zur gezielten Verbesserung der Infrastruktur in großen Langzeitflüchtlingscamps) Maßnahmen gezielter und schneller geplant und umgesetzt werden (siehe auch Copernicus-Dienst für Katastrophen- und Krisenmanagement). Satellitengestützte Frühwarnsysteme ermöglichen gegensteuernde Maßnahmen, die die mit Naturkatastrophen einhergehenden Kosten substantiell senken können. Darüber hinaus erleichtern sie die Diskussion um Präventionsmaßnahmen und mittel- bis langfristige Überlegungen zur den gesellschaftlichen und technischen Voraussetzungen, um mit künftigen Katastrophen umgehen zu können.

- Stadtplanung in Megastädten in Entwicklungsländern wie auch Landvermessung für Katastervorhaben in ländlichen, oftmals unwegsamen Regionen profitieren gleichermaßen von Satellitendaten, da die notwendigen Informationen kostengünstig beschafft werden können. Satellitengestützte Katasterdaten und die darauf aufbauenden Grundbucheintragungen erweitern den Handlungsspielraum von Landwirten, indem sie ihre Eigentumsrechte nachweisen und das Land verkaufen oder mit einer Bankhypothek belegen können, um etwa Saatgut auf Kredit zu kaufen.
- Die Satellitendaten bieten auch die Grundlage für die Erarbeitung von Kartenmaterial und können als Entscheidungsgrundlage zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen genutzt werden.

Der Einsatz von satellitengestützten Daten erfordert auch immer die Schulung der lokalen Fachkräfte in der Nutzung, Bearbeitung und Interpretation der Satellitendaten.

36. In welchem Umfang arbeitet die Bundesregierung im Weltraumbereich mit Entwicklungsländern zusammen?
- a) Stellt die Bundesregierung Daten, die aus den nationalen und europäischen Raumfahrtprogrammen resultieren, öffentlichen und zivilgesellschaftlichen Akteuren gezielt zur Verfügung?

Die generierten Daten werden im Rahmen der bilateralen und internationalen Entwicklungszusammenarbeit (EZ) mit den jeweiligen Partnerländern generell geteilt. Über das europäische Copernicus Programm steht ein beispielloses Volumen frei verfügbarer Daten bereit. Deutschland ist ein maßgeblicher Partner dieses Programms. Darüber hinaus arbeiten verschiedene Programme der deutschen EZ an operationellen Diensten, die diese Daten für Länder effizient nutzbar machen. Für besondere Anwendungen werden auch nicht frei verfügbare Daten (von kommerziellen Anbietern wie Rapid Eye) gezielt bereitgestellt.

- b) Inwiefern findet im Weltraumbereich ein Technologie- und Wissenstransfer mit Partnerländern, insbesondere mit Entwicklungsländern, statt?

Die Zusammenarbeit mit Partnerländern ist in allen Bereichen eng. Verschiedene Programme arbeiten gezielt an der Verbesserung der Kapazitäten in den Partnerländern, um Fernerkundungsdaten effizient einzusetzen. Beispielsweise ist das DLR im Rahmen der „Global Forest Observation Initiative“ in Programmen zum Technologietransfer involviert, und über die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) werden Aktivitäten zu Capacity Building im Bereich Fernerkundung umgesetzt.

Beispielhaft steht hierfür das Projekt „Remote Sensing-Based Information and Insurance for Crops in Emerging Economies (RIICE)“:

Seit 2012 wird der Einsatz einer neuartigen, satellitengestützten Technologie erprobt, die Regierungen in Asien (aktuelle Partnerländer: Indien, Kambodscha, Thailand und Vietnam) Daten für verbesserte Ernteprognosen an die Hand gibt und sie in die Lage versetzt, Risikomanagementinstrumente für ihre Kleinbauern zu entwickeln und zu verbessern. Auf Basis dieser satellitengestützten Technologie lassen sich bereits existierende oder neu einzuführende Ernteausfall-Versicherungsprogramme geografisch ausweiten und effizienter gestalten. Durch zeitnah verfügbare, verlässliche und akkurate satellitengestützte Ernteertrags- und Schadendaten können die Kleinbauern von einem verbesserten Versicherungs-

schutz profitieren. Der Ansatz von RIICE ist es, nationale technische Implementierungspartner im Aufbau, Nutzung (z. B. Landwirtschaftsministerien) und Anwendung der Technologie (z. B. Versicherungssektor) zu schulen und zu unterstützen.

Ziel ist die Verbesserung der Resilienz und Ernährungssicherheit von Kleinbauern. Für die Entwicklung und Erprobung dieser neuen Technologie haben sich öffentliche und private Partner zusammengeschlossen. Das Public Private Partnership umfasst die GIZ (im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit), die Allianz Re, das International Rice Research Institute (IRRI), sarmap SA (ein Schweizer Unternehmen für Satellitentechnologie) und die Schweizer DEZA. Der internationale Rückversicherer Swiss Re hat ebenfalls zugesagt, dem Konsortium ab 2017 beitreten zu wollen.

- c) Verfolgt die Bundesregierung das Ziel, diese Kooperationen grundsätzlich auszubauen, und wenn nein, warum nicht?

Technischer Fortschritt (Qualität von Satellitendaten, Datenverarbeitung, etc.) hat die Nutzung von Satellitendaten für die Entwicklungs-zusammenarbeit erst in den letzten Jahren ermöglicht. Das Potential ist hier noch lange nicht ausgeschöpft. So könnten z. B. künftig alle Vorhaben, bei denen die Vegetationsbedeckung eine Rolle spielt (etwa im Kontext Aufforstung, Schutzgebietsmanagement, Wassereinzugsgebietsmanagement), Fernerkundungsdaten nutzen.

Mit Blick auf das enorme Potential der Nutzung satellitengestützter Fernerkundung und von Geoinformationssystemen sowie auf die Verpflichtungen, die die Bundesregierung im Rahmen vieler internationaler Initiativen – insbesondere im Bereich Klimaschutz/Klimawandel – eingegangen ist, ist davon auszugehen, dass Kooperationen mit Entwicklungsländern hinsichtlich der Nutzung satellitengestützter Daten künftig verstärkt werden.

Der Aufbau der notwendigen Infrastruktur zur Datensammlung und -verarbeitung sowie der notwendige Institutionen- und Kapazitätsaufbau für die Nutzung der Daten wird die Entwicklungszusammenarbeit in Zukunft voraussichtlich noch stärker beschäftigen.

