

Material 1

Karten/Texte zu
Ereignissen, Projekten und Spezifika der Raumfahrt

→ zum gleichmäßigen Aufteilen der Karten (Texte) auf die Kleingruppen



Internationale Raumstation (ISS)



Quelle: <https://apod.nasa.gov/apod/ap100303.html> Credit: STS-130 Crew, NASA, [public domain](#)

Neben dreizehn weiteren Staaten sind auch die USA und Russland an der ISS beteiligt. In Folge der Ukraine-Krise im Frühjahr 2014 allerdings hat die USA eine Einschränkung der Arbeit mit der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos angekündigt – was aber nicht die ISS betreffen sollte. Roskosmos wiederum konterte, dass man sich ab 2020 aus dem Betrieb der ISS verabschieden wolle. Dies dürfte auch den Betrieb der ISS durch die USA fast unmöglich machen, da sie zurzeit vollständig auf russische Progress-Transporter zur Versorgung und russische Sojus-Raumkapseln zum Transport von Astronauten angewiesen ist.

Mensch vs. Maschine



Quelle: https://www.nasa.gov/vision/space/livinginspace/chiao_votes.html (Ausschnitt) Credit: NASA, [public domain](#)

Einige Wissenschaftler sind der Meinung, dass die bemannte Raumfahrt bisher keinen grundlegenden wissenschaftlichen Durchbruch ermöglicht habe. Gegenüber automatisierten Systemen haben Menschen dennoch den Vorteil, intuitiv und direkt handeln zu können. Bei Missionen zu weiter entfernten Orten (beispielsweise dem Mars) würden lange Signallaufzeiten zur Steuerung entfallen, allerdings ist die Anbahnung derartiger Missionen ohnehin sehr unklar. Daten, die mit wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn ausgewertet wurden, sind bisher auch in zahlreichen unbemannten Missionen gesammelt worden, wozu auch die Durchführung von vorher akribisch geplanten und programmierten Experimenten gehört. Bei diesen Missionen können zweifellos Lebenserhaltungs-, Notfall- und Rückkehrsysteme eingespart werden. Auch mit der zunehmenden Entwicklung künstlicher Intelligenz könnte der Einsatz von Menschen im All an Bedeutung verlieren.

Die Challenger-Katastrophe



Quelle: <https://images.nasa.gov/details-S86-38989.html> (Ausschnitt) Credit: NASA, [public domain](#)

Bei der Challenger-Katastrophe, bei der die gesamte Besatzung eines Space-Shuttles starb, bewirkte ein defekter Dichtungsring an einer Feststoffrakete kurz nach dem Start das Austreten von heißem Gas, was die Befestigung dieser Rakete zerstörte. Sie löste sich und riss den riesigen Wasserstofftank auf, dessen Inhalt sich rasch entzündete, woraufhin auch das auf den Raketen aufsitzende Shuttle zerbrach. Den Herstellern der Dichtungsringe waren mögliche Probleme angesichts der damals ungewöhnlichen Kälte bekannt, weshalb man die NASA zunächst vor einem Start warnte, letztendlich aber doch dazu riet, vermutlich, weil man diesen wichtigen Kunden nicht verärgern wollte. Der Start dieser publikums-wirksamen Mission – an Bord befand sich eine Lehrerin – hatte bereits verschoben werden müssen und sollte bestenfalls noch vor der Rede des US-Präsidenten zur Lage der Nation stattfinden. Die Challenger-Katastrophe wird als nationales Trauma der USA verstanden und warf das Raumfahrt-programm langfristig zurück.

Raumstation Mir



Quelle: <https://apod.nasa.gov/apod/ap021020.html> (Ausschnitt) Credit: Nikolai Budarin, Russian Space Research Institute, NASA, [public domain](#)

Die Mir, russisch für ‚Welt‘ oder ‚Frieden‘, wurde 1986 gestartet und modular Stück für Stück erweitert. Sie stellte nach dem verlorenen Wettlauf zum Mond eine Profilierung des sowjetischen Raumfahrtprogramms dar und ermöglichte Erkenntnisse über Langzeitaufenthalte im All. Nach dem Zusammenbruch der UdSSR öffnete Russland sie auch für andere Nationen, wobei auch ein Modul zum Andocken von Space Shuttles aufgenommen wurde. Im Übrigen fand auch die erste Kunstaus-stellung im All in aller Enge und das Publikum reduziert auf die anwesenden Astronauten an Bord der Mir statt. Gegen Ende des Betriebs häuften sich Pannen und mit dem Aufbau der Internationalen Raumstation (ISS) waren keine Mittel mehr für die Mir vorhanden, die 2001 zum kontrollierten Absturz in den Pazifik gebracht wurde. Der russische Vorschlag, zur Kostenersparnis Teile der Mir für die ISS zu verwenden, wurde von US-Seite abgelehnt.

Öffentlichkeitsarbeit der NASA



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=wAUwLug5w> (Screenshot, Video: 00:19, Ausschnitt) Credit: NASA, [public domain](#)

Die National Aeronautics and Space Administration (NASA), die Raumfahrtbehörde der USA, betreibt neben einem enormen administrativen Apparat, wissenschaftlichen wie ingenieurtechnischen Einrichtungen und Kooperationen mit Wissenschaft und Wirtschaft auch ein umfangreiches Programm der Öffentlichkeitsarbeit. Homepages für interessierte Laien und für den Bildungssektor werden ergänzt durch Apps, die über aktuelle Missionen anschaulich informieren. Auch im Bereich Social Media ist die NASA präsent und verfügt über einen eigenen Youtube-Channel, einen Podcast und mittlerweile ein Xbox-Spiel. Die NASA ist aktiv in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses über Wettbewerbe und Stipendienprogramme. Auch Kinder werden durch spielerische Angebote, online und offline, angesprochen. Besonders bekannt und beliebt ist das „Astronomy picture of the day“, ein täglich neu ausgewähltes Bild aus der Astronomie und Raumfahrt auf einer simplen Homepage mit kurzem, erläuternden Text.

European Space Agency (ESA)



European Space Agency

Quelle: <https://www.esa.int/esalogo/signature1.html> Credit: ESA, [CC BY-SA IGO 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Die ESA soll die Raumfahrtaktivitäten europäischer Länder mit dem Ziel von Kostenersparnis durch gemeinsame Projekte koordinieren und die europäische Raumfahrt gegenüber den USA und Russland stärken. Über zukünftige Projekte entscheidet aller paar Jahre ein Ministerrat, der alle Mitgliedsstaaten einbezieht. Die ESA finanziert sich über den Staatshaushalt ihrer Mitgliedsstaaten, also aus Steuergeldern. Neben Ausgaben, die für alle Mitglieder verpflichtend sind, gibt es fakultative Projekte, wie etwa die Beteiligung an der Internationalen Raumstation (ISS). Das Budget beträgt pro Jahr etwa 3,5 Mrd. EUR; das bedeutet für Deutschland einen Beitrag von etwa 8 EUR pro Bürger pro Jahr.

Voyager Golden Record



Quelle: http://www.nasa.gov/mission_pages/voyager/multimedia/pia14113.jpg.html
(Ausschnitt) Credit: NASA/JPL-Caltech, [public domain](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Die Voyager Golden Record ist eine einfache Datenplatte, die Audio-, Bild- und Textmaterial enthält und an Bord der Raumsonden Voyager 1 und 2 in die Tiefen des Alls geflogen ist. Im Detail sind Grußbotschaften in verschiedenen Sprachen, Erkenntnisse über menschliche Anatomie und Alltagsleben und über die Erde, deren Lage und Beschaffenheit zu finden. Die Idee ist, dass etwaige intelligente Außerirdische, so unwahrscheinlich dies auch sei, die Platte auslesen und Kenntnis über die Menschheit (oder deren vielleicht schon längst vergangene Existenz) und ihren Aufenthaltsort erlangen könnten. Dafür soll die Platte auch 500 Millionen Jahre im All überdauern können. Kritiker bemängeln, dass ein verlogenes positives oder auch unausgewogenes Bild der Menschheit gezeigt werde. Vereinzelt Stimmen warnten auch davor, man gebe möglicherweise aggressiven Außerirdischen eine Karte zum Aufspüren der Menschheit.

Telekommunikation und Erdbeobachtung



Quelle: http://www.nasa.gov/images/content/605410main_tdrsPlus.jpg Credit: NASA, [public domain](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Satelliten sind aus dem Alltag kaum wegzudenken. Geostationäre Satelliten, die dauerhaft über einem Punkt der Erde stehen (generell in einer Höhe von 36.000 km), können beispielsweise das Fernsehprogramm verbreiten sowie einen leistungsfähigeren Funkverkehr und Telefonverbindungen herstellen. Neben diesen so genannten Kommunikationssatelliten, die also Signale von der Erde empfangen und weitersenden, gibt es solche, die Informationen sammeln und zur Erde funken, etwa Satelliten zur Wettervorhersage oder zur Erdbeobachtung beispielsweise im Falle von Naturkatastrophen.

GPS



Quelle: http://www.nasa.gov/sites/default/files/images/GPS_Constellation.png (Ausschnitt)
Credit: NASA, [public domain](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Das NAVSTAR Global Positioning System (GPS) besteht aus einem Netzwerk von Satelliten, die beständig Informationen über ihre Bahn und Position senden. Ein GPS-Empfänger auf der Erde kann über die Laufzeit des Signals mehrerer Satelliten zu ihm seine eigene Position ermitteln. GPS-Empfänger werden mittlerweile nicht nur in Navigationsgeräten, sondern in nahezu jedem Mobiltelefon verwendet. Bis zum Jahr 2000 allerdings lag die Genauigkeit der Positionsbestimmung bei nur etwa 100 Metern, da die USA dieses ihnen eigene System militärisch nutzten und die Signale für die zivile Nutzung künstlich störten. Russland verfügt mit GLONASS über ein eigenes System. Die EU arbeitet in Kooperation mit der ESA (Europäische Weltraumorganisation) und weiteren Staaten an dem Navigationssystem Galileo. Darüber hinaus befindet sich das chinesische BEIDOU-System ebenso im Aufbau.

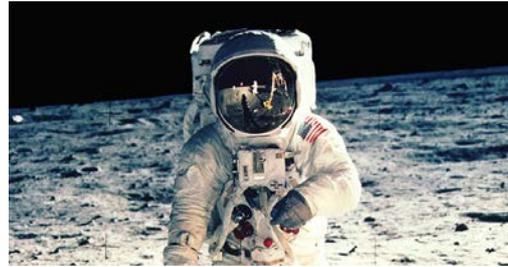
Erster Mensch im All



Quelle: https://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/sts1/gagarin_anniversary.html
(Ausschnitt) Credit: NASA, [public domain](#)

Im Jahre 1961 gelang es der Sowjetunion den ersten Menschen ins All zu befördern, Juri Gagarin. Gagarin passte als Sohn einer Bauernfamilie, der sich über Berufsausbildung und Militärdienst hochgearbeitet hatte, gut in das Bild eines Arbeiter- und Bauernstaates: Allerdings hatte er bei seiner Bewerbung vorsorglich verschwiegen, dass er zeitweise unter deutscher Besatzung leben musste, da dieser Fakt unter Stalin Personen suspekt und deren Karriere unmöglich machte. Gagarins Schwester musste dies am eigenen Leib erfahren; sie durfte aus diesen Gründen keine Ausbildung zur Krankenschwester absolvieren. Nachdem Gagarin mit Wostok 1 die Erde einmal umrundete und wieder landete, wurde ihm der Titel „Held der Sowjetunion“ verliehen. Für die UdSSR bedeutete der Flug einen enormen Prestigegewinn.

Mondlandung



Quelle: <http://history.nasa.gov/ap11ann/kippsphotos/S903.jpg> (Ausschnitt) Credit: NASA, [public domain](#)

Verschiedene Probleme wie der Tod des Chefkonstruktors der sowjetische Raumfahrt Koroljow sowie grundsätzliche Diskussionen und Uneinigkeiten bzgl. ziviler und militärischer Raumfahrt führten in der UdSSR zu zahlreichen Rückschlägen im Mondlandeprojekt. Tatsächlich gelang es den USA in diesem sprichwörtlichen Wettlauf, 1969 den ersten Menschen auf dem Mond zu senden. Dieser, Neil Armstrong, beging das weltweit verfolgte Ereignis mit folgenden Worten: „That’s one small step for man, one giant leap for mankind.“ Die Raumfahrt entwickelte sich nie so rasant wie in den Jahren des Kalten Krieges. Heute verfügt aktuell kein Staat über Trägerraketen, die Menschen auf den Mond befördern könnten.

Raketen aus dem Zweiten Weltkrieg



Quelle: <http://apod.nasa.gov/apod/ap081001.html> Credit: GRIN, NASA, [public domain](#)

Eine im Zweiten Weltkrieg vom national-sozialistischen Deutschen Reich entwickelte Rakete namens Aggregat 4 bzw. „Vergeltungswaffe 2“ (V2) weckte nach dem Sieg der Alliierten Begehrlichkeiten, da keine vergleichbare Technologie andernorts existierte. Den USA gelang es, die meisten Unterlagen zum Projekt und mehrere hundert Wissenschaftler, die an diesem und ähnlichen Projekten beteiligt waren, zu gewinnen. Daraufhin sah die USA sich in der Raketenforschung – die zunächst für militärische Zwecke reserviert war, später wurde auch die zivile Nutzung angedacht – deutlich vor der UdSSR, die übrigens ebenso, aber in geringerem Ausmaß, deutsche Wissenschaftler und technische Unterlagen nach Ende des Krieges „importiert“ hatte.

Sputnik



Quelle: <http://history.nasa.gov/sputnik/sputnik1.jpg> (Ausschnitt) Credit: NASA, [public domain](#)

Nach wechselseitigen Ankündigungen zum Bau eines Erdsatelliten durch die USA und die UdSSR startete für die westliche Welt unerwartet rasch im Oktober 1957 Sputnik 1 mit Hilfe einer modifizierten Interkontinentalrakete und funkte 21 Tage lang sein weltweit zu empfangendes Signal. Die Folge war in der westlichen Welt der so genannte Sputnikschock. Darunter versteht man die Erkenntnis, dass der Westen durch sowjetische Interkontinentalraketen erreichbar und bedrohbar wurde und dass die UdSSR mindestens gleichrangig oder überlegen im Fortschritt ihres Raketenprogramms war. Für die UdSSR wiederum war Sputnik 1 ein deutlicher Prestigegewinn. Dies führte zu massiven Investitionen in die naturwissenschaftliche Bildung und zu einem Wettstreit zwischen USA und UdSSR in der Raumfahrt generell.

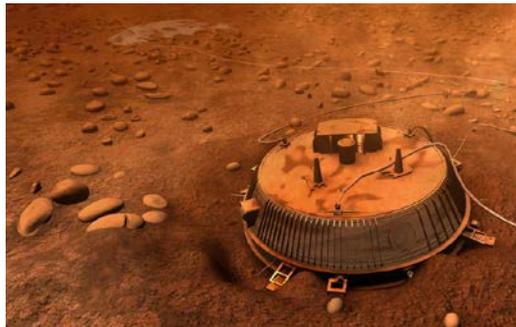
Das Apollo-Sojus-Testprojekt



Quelle: <http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/apollo-soyuz/apollo-soyuz/hires/s74-24913.jpg> Credit: NASA, [public domain](#)

Im Jahre 1975 fand die erste Raumfahrtkooperation im Kalten Krieg nach Jahren des streng getrennten Weltraumwettkampfes und -wettrüstens statt. Mit Hilfe extra angefertigter Adapter dockten ein Apollo- und ein Sojus-Raumerschiff zwei Mal aneinander an, wobei Astronauten wechselseitig sich in den Schiffen besuchten. Es war der letzte Flug eines Apollo-Schiffs. Allerdings blieb auch die Raumfahrtkooperation zwischen Ost und West vor Zusammenbruch der UdSSR bei dieser einmaligen Aktion.

Huygens' Landung auf Titan



Quelle: http://www.nasa.gov/images/content/432538main_titan_huygens_big_946-710.jpg
Credit: NASA, [public domain](#)

Die Landung der Sonde Huygens auf dem Saturnmond Titan im Jahre 2005 wurde medial intensiv verfolgt. Eine Webcam wurde in den Kontrollraum der European Space Agency (ESA) in Darmstadt geschaltet, mehrere Pressekonferenzen informierten in den Abendstunden über die ersten Daten (deren gesamte Aufarbeitung übrigens Jahre dauern würde). Eine Live-Übertragung der Landung war indes nicht direkt möglich: Die Sendezeiten zur Muttersonde Cassini im Orbit von Titan und anschließend – in geringerem Umfang – die Signallaufzeit von Cassini zur Erde verzögerten planmäßig und unausweichlich den Empfang.

Spionagesatelliten



Quelle: http://eoiimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/78000/78570/SatellitePuzler2_0002_gm_b_1966196.jpg Credit: NASA, [public domain](#)

Spionagesatelliten, die der militärischen Aufklärung (Truppenbewegungen, militärische Anlagen etc.) dienen, müssen Teleskope mit einer möglichst hohen Auflösung an Bord haben, die im Dezi-meterbereich liegt. Oftmals haben diese Satelliten auch elliptische Bahnen, die sie sehr nahe an einen Punkt der Erde zur Beobachtung heranbringen (ca. 300 km). Bahnänderungen, um andere Ziele in den Blick zu nehmen, kosten allerdings viel Treibstoff. Mittlerweile gibt es kommerzielle Angebote, die bei Bedarf – beispielsweise im Zuge von Konflikten – zur Erweiterung der eigenen Kapazitäten durch die Konfliktparteien gebucht werden können. Auch nichtmilitärische Satelliten werden gelegentlich im „Dual Use“ militärisch genutzt.

Weltraumtourismus



Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SpaceShipOne_Mike_Melvill_waves_photo_D_Ramey_Logan.jpg Credit: Don Ramey Logan, [CC BY-SA 3.0](#)

Während die unbemannte Raumfahrt mehr und mehr wesentliche wissenschaftliche Erkenntnisse ermöglicht, kann der Weltraumtourismus in der bemannten Raumfahrt zukünftig eine bedeutsame Triebfeder sein. Der erste Weltraumtourist, Dennis Tito, flog 2001 für rund 20 Millionen Dollar ins All, die Firma Space Adventures plant Flüge um den Mund für 150 Millionen Dollar, während wenige Minuten im All versprechende Flüge bereits für einige 100.000 EUR mit Space Ship One zu haben sein sollen. Unter „Weltall“ versteht man hier Flüge über 100 Kilometer Höhe – eine willkürlich gesetzte Grenze. Allerdings sind derartige Projekte um Jahre im Rückstand oder noch lange nicht in der Realisierungsphase angelangt.

Europäische Observatorien in Chile



Quelle: <https://www.eso.org/public/images/potw1119a/> (Ausschnitt) Credit: ESO / Y. Beletsky, CC BY 4.0

Die Europäische Südsternwarte (ESO) betreibt im idealen Beobachtungsgebiet der chilenischen Atacama-Wüste (große Höhe, geringe Luftfeuchtigkeit, nur schwache Winde) mehrere Observatorien. An diesen wurden bereits zahlreiche wichtige astronomische Entdeckungen gemacht, unter anderem über die Expansionsgeschwindigkeit des Universums durch Supernovae-Beobachtungen. Die Verwaltungs- und Entwicklungszentrale hingegen befindet sich in Garching bei München, wobei die ESO auch in Deutschland eine Art diplomatischen Status genießt. Während zahlreiche Europäische Staaten Mitglied der ESO sind, gibt es nur ein außereuropäisches Mitglied, Brasilien. Chile ist nicht Mitglied der ESO, aber chilenische Astronomen werden gegenüber Nicht-Mitgliedern bei der Vergabe von Beobachtungszeit bevorzugt.

Raumfahrtzentrum Französisch Guyana



Quelle: https://www.nasa.gov/mission_pages/LADEE/multimedia/wallops-minotaurV-wideangle.html (Ausschnitt) Credit: NASA Wallops/Jackie Adkins, public domain

Dieser Weltraumbahnhof ist einer der günstigsten Startplätze weltweit: Er liegt nur 500 Kilometer vom Äquator entfernt und daher haben startende Raketen einen stärkeren Geschwindigkeitsbonus durch die Erdrotation als an weiter nördlich liegenden Standorten. Zugleich erlaubt ein äquator-naher Start einen leichteren Zugang zu geo-stationären Umlaufbahnen und die Startrichtung kann bei fast allen anvisierten Umlaufbahnen aufs Meer hinaus erfolgen, so dass keine Menschen über Land gefährdet werden. Obgleich in Südamerika gelegen, wird das Raumfahrtzentrum von der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) betrieben. Als ehemalige Kolonie gehört das Gebiet Französisch Guyana heute zu Frankreich (Übersee-department) und zur EU. Der Weltraumbahnhof ist der wichtigste Pfeiler der Wirtschaft Französisch Guyanas – auch in touristischer Hinsicht.

Spin-offs der Raumfahrt



Quelle: http://www.nasa.gov/sites/default/files/images/730276main_SB_SOLAR_PANEL_FULL_IMAGE.jpg (Ausschnitt) Credit: NASA, public domain

In der Raumfahrt werden oftmals Sonderlösungen benötigt, damit Missionen technisch möglich oder praktikabel werden. Digitalkameras wurden (weiter) entwickelt, um Bilder direkt zur Erde funken zu können, ohne auf technisch und wirtschaftlich wenig praktikable Sonden angewiesen zu sein, die Filme zurück zur Erde transportieren. Solarzellen dienen der Energieversorgung von Raumfahrzeugen, bevor sie auf Hausdächern installiert wurden. Leichte Werkstoffe helfen sparen, wenn jedes Kilogramm zusätzlich zehntausende Euro kostet. All diese Produkte finden auch auf der Erde mit teilweise großem Nutzen im Alltag Einsatz, was als Argument für die Raumfahrt eingesetzt wird, auch wenn das Ziel der Raumfahrt nicht vordringlich die Entwicklung dieser Produkte ist.

Der Abschuss von Fengyun-1C



Quelle: <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-orbital-debris-58.html> (Ausschnitt) Credit: NASA, public domain

Im Januar 2007 gelang es China, einen seiner veralteten Wettersatelliten mit einer vom Boden aus startenden Rakete abzuschießen, über 20 Jahre, nachdem den USA ein derartiges Manöver mit einer von einem Kampfflugzeug gestarteten Rakete gelungen war. Der Abschuss vom Boden ist auf Grund der Differenzgeschwindigkeit und der geringen Ausmaße eines Satelliten äußerst kompliziert (eventuell wurde auch durch Anpassung der Umlaufbahn des Satelliten nachgeholfen). Die Trümmerteile in 800 Kilometer Höhe stellen nun eine Gefahr für andere Erdbeobachtungssatelliten dar. Die US-Luftwaffe hat gegen eventuelle Angriffe auf Satelliten Pläne für einen „Airborne-Laser“ in der Schublade. Dieser soll angreifende Raketen bereits kurz nach ihrem Start zerstören. Allerdings ist diese Entwicklung noch weit von ihrer Realisierung entfernt.