

COGNITIVE BRIEFING

# „New Space“

Das Weltall als Wirtschaftsraum  
der Zukunft



TECHNIK

WIRTSCHAFT

# „New Space“

## Das Weltall als Wirtschaftsraum der Zukunft

Julia Bahlmann

Kommerzielle Reisen ins Weltall, eine ständige Präsenz auf dem Mond oder die Besiedlung des Mars: Viele Themen, die vor einigen Jahren noch nach Science-Fiction klangen, könnten in einigen Bereichen des Raumfahrtsektors schon bald Realität werden. Denn dank fortschrittlicher Technologien und kontinuierlicher Innovationen – oft getrieben von privatem Risikokapital – rücken diese vermeintlich visionären Konzepte immer näher an eine tatsächliche Umsetzung heran.

- Für viele Vordenker gilt der Weltraum deshalb als „**new frontier**“, als neues Grenzland, das zielgerichtet erschlossen und einer kommerziellen Nutzung zugeführt werden soll.<sup>1</sup>

Die Weltraumwirtschaft – zu verstehen als Gesamtheit der wirtschaftlichen Aktivitäten im Weltraum sowie der Dienstleistungen und Technologien, die darauf abzielen, die Erforschung, Nutzung und Besiedelung des Weltraums zu unterstützen – wird derzeit auf fast eine halbe Billion USD geschätzt und wächst jährlich bis zu 9 % – ein beträchtliches Entwicklungspotential für die Zukunft.<sup>2</sup> Technologische Fortschritte, internationale Zusammenarbeit, politische Unterstützung und erhebliche Investitionen in Forschung und Entwicklung haben dazu geführt, dass der Sektor seit einigen Jahren zunehmende Beachtung findet und auch vermehrt die Wahrnehmung der Öffentlichkeit erreicht.

Bei dieser rapiden Transformation spielt **privates Risikokapital** eine entscheidende Rolle. Zu den wichtigsten Förderern zählen insbesondere drei Milliardäre, von denen zwei ganz oben auf der Liste der Superreichen stehen: der *Tesla*-Chef – zugleich Gründer der privaten Raumfahrtfirma *SpaceX* – *Elon Musk*, der Gründer und Großaktionär von *Amazon*, *Jeff Bezos*, sowie der Gründer der *Virgin Group*, *Richard Branson*.

- Alle drei sehen sich als Visionäre und haben eines gemeinsam: Sie sind Gründer eigener **privater Raumfahrtunternehmen** und verfolgen das Ziel, Menschen regelmäßig ins All zu befördern, neue Konzepte und Infrastrukturen für Welt- raumtechnologie aufzubauen und so den Weltraum gezielt für die Menschheit zu erschließen – ganz im Sinne der „**new frontier**“.

Nicht nur aus wissenschaftlicher und evolutionstheoretischer Perspektive ist der Weltraum faszinierend; er eröffnet zugleich völlig neue Möglichkeiten für Innovationen und bietet technologische Chancen, die unseren künftigen Alltag prägen werden. Nach einer langen Phase, die in der Raumfahrt primär von staatlichen Akteuren betrieben wurde, steht nun die **zunehmende Kommerzialisierung der Raumfahrt** im Fokus, angetrieben durch privaten Unter- nehmergeist, hohe Risikobereitschaft und bahnbrechende Innovationen.

Das vorliegende *Cognitive Briefing* skizziert aktuelle Entwicklungen und wichtige Zukunftstrends der „neuen“ Weltraumwirtschaft und verdeutlicht deren enorme Tragweite – zusammengefasst unter dem Begriff „**New Space**“.

## Thesen:

- ⇒ „**New Space**“, die Kommerzialisierung des Weltraums, ist ein dynamisches und schnell expandierendes Feld, das wirtschaftliches Wachstum, technologische Innovation und internationalen Wettbewerb fördert. Prognosen zufolge wird der **Umsatz der Raumfahrt-industrie bis 2040 auf über 1 Billion USD** ansteigen.<sup>3</sup>
- ⇒ Im Gegensatz zu früheren Phasen wird der **aufstrebende Milliardenmarkt** der Weltraumforschung inzwischen nicht mehr nur von staatlichen Akteuren, sondern maßgeblich von **privaten Unternehmen** geprägt. Zu den Treibern dieser Entwicklung zählen auch zahlreiche **Start-Ups**, in die seit 2014 mehr als 280 Milliarden USD investiert wurden.<sup>4</sup>
- ⇒ **Größter Marktteilnehmer** ist jedoch weiterhin der **staatliche Sektor**, der in der Vergangenheit gemeinsam mit etablierten Unternehmen (wie Boeing, Airbus, Lockheed Martin oder Northrop Grumman) die Raumfahrt finanziert hat.<sup>5</sup>
- ⇒ Seit einiger Zeit kommen verstärkt neue Unternehmen wie SpaceX, Blue Origin oder Virgin Galactic hinzu, die zwar von **schwerreichen privaten Investoren** finanziert werden, dabei aber eine enge Verbindung zu staatlichen Raumfahrtbehörden pflegen (wie etwa zur amerikanischen National Aeronautics and Space Administration, kurz NASA).<sup>6</sup>
- ⇒ Die verschiedenen Aktivitäten und breit gefächerten Initiativen zur kommerziellen Nutzung des Weltraums lassen sich in die Kategorien „**Old Space**“ und „**New Space**“ einteilen:

### „Old Space“:

- Darunter fallen u.a. **Satellitendienste**, die für terrestrische Kommunikations- und Navigationssysteme eine enorme Relevanz haben, ebenso wie für die Erdbeobachtung

### „New Space“:

- Innovative Bereiche der **Weltraumfertigung** mit dem Ziel, Produkte und Werkstücke im Weltall mit sehr hoher Präzision herzustellen, basierend auf der einzigartigen Umgebung der Schwerelosigkeit
- **Ressourcengewinnung und -exploration** zur Erschließung von extraterrestrischen Ressourcen wie Metallen und Wasser
- **Beseitigung von Weltraumabfall**, mit dem Ziel verstärkter Nachhaltigkeit und Sicherheit im Weltraum
- Andere aufstrebende Bereiche wie **Weltraumtourismus**, bei dem private Unternehmen (sub-)orbitale Flüge ins All anbieten und so den Zugang zum Weltraum auch für Privatpersonen weiter demokratisieren

- ⇒ Die Fortschritte in der Weltraumtechnologie haben **weitreichende Auswirkungen** auf menschliches Leben und die Gesellschaft: Im Fokus stehen die Überwachung und der mögliche Ausbau lebenswichtiger **terrestrischer Infrastruktur**, von Navigation und Kommunikation über Erd- und Wetterbeobachtung bis hin zu medizinischer Forschung und nachhaltiger Ressourcen- und Energiegewinnung (► **Space-Based Solar Power**).

**Space-Based Solar Power** fängt die Sonnenenergie im Weltraum ein und leitet sie als saubere und kontinuierliche Energiequelle zur Erde, wobei die Einschränkungen durch Wetter und Tageslicht überwunden werden.

- ⇒ Grundsätzlich kann die **Nutzung von Weltraumressourcen** auf der Erde eine nachhaltigere Rohstoffversorgung unterstützen und den Druck auf begrenzte Ressourcen verringern.
- ⇒ Neue Produktionsverfahren und Antriebskonzepte ermöglichen stetig **sinkende Kosten** für Raumtransporte (dank Wiederverwendung, verbesserter Technik und größerer Mengen); dies ermöglicht **neue Anwendungen** und steigert die Effizienz zukünftiger Raumfahrtprojekte.<sup>7</sup>
- ⇒ Viele **Zukunftstrends** im Bereich der Weltraumwirtschaft werden durch technologische Innovationen angetrieben, insbesondere in den Feldern **Miniaturisierung, 3D-Druck, Robotik und Künstliche Intelligenz**.
- ⇒ Die künftige Entwicklung im Bereich „New Space“ bietet hohe **Potentiale** und spannende **Geschäftsmöglichkeiten** (u.a. Weltraumtourismus, Satellitennetzwerke, extraterrestrische Ressourcengewinnung, hochpräzise Produktionsverfahren etc.); gleichzeitig bestehen aber auf absehbare Zeit noch große **Herausforderungen und Unsicherheiten** (hohe Investitionskosten, fehlendes Risikokapital, technische Schwierigkeiten, regulatorische Hürden und geopolitische Spannungen).
- ⇒ Ein latentes Problem ist die zunehmende **militärische Nutzung** des Weltraums; dies führt schon jetzt zu einem neuen **Wettrüsten im Orbit** und dürfte die Gefahr globaler Konflikte deutlich erhöhen, speziell vor dem derzeitigen geopolitischen Hintergrund.<sup>8</sup>
- ⇒ **Forschung und Entwicklung**, die Bereitstellung von **Risikokapital**, die Ausbildung von **Fachkräften**, die **Zusammenarbeit** zwischen öffentlichen und privaten Akteuren – einschließlich der Nutzung der Internationalen Raumstation (ISS) – sowie die Anpassung des **regulatorischen Umfelds** an eine zunehmende Beteiligung privater Unternehmen spielen eine entscheidende Rolle für die Zukunft des Sektors.

Der **Weltraum** ist der Raum jenseits unserer Erde, in dem sich Sterne, Planeten und andere Himmelskörper befinden. Es ist ein riesiger, fast leerer Raum, der sich über unvorstellbare Entfernungen erstreckt. Im Weltraum gibt es keine Luft, keinen Schall und keine Atmosphäre wie auf der Erde. Die Gravitation der Erde hält die Erde und andere Objekte im Weltraum in ihren Umlaufbahnen. Die Erforschung des Weltraums ermöglicht uns, mehr über das Universum, andere Planeten und die Entstehung von Sternen zu erfahren. Quelle: ChatGPT, Prompt: Definition Weltraum

Die **Weltraumwirtschaft** bezieht sich auf sämtliche wirtschaftliche Aktivitäten, die im Zusammenhang mit dem Weltraum stehen. Integriert sind dabei die Erforschung, Exploration, Nutzung und potentielle Besiedelung des Weltraums sowie die Entwicklung von Technologien und Dienstleistungen, die diese Ziele unterstützen. Dazu gehören:

- der Satellitenbetrieb für globale Kommunikation und Beobachtung der Erde,
- die Entwicklung von Raumfahrzeugen und -technologien für Raumfahrtmissionen,
- die Förderung von Ressourcen auf Himmelskörpern wie Monden und Asteroiden,
- die Herstellung von Ausrüstung für den Weltraumtourismus und vieles mehr.

# Weltraumwirtschaft entfaltet zunehmende Dynamik



*Der Raumfahrtsektor befindet sich an einem Wendepunkt, ähnlich wie die kommerzielle Luftfahrt nach dem Zweiten Weltkrieg und das Internet in den 1990er Jahren.*

McKinsey (2023, Space)



Die aktuellen Bestrebungen der Weltraumforschung haben immense wirtschaftliche und politische Schlagkraft. Sie dienen einerseits grundlegenden wissenschaftlichen Analysen, etwa zum besseren Verständnis des Universums, des Lebens und der Erde.<sup>9</sup> Andererseits unterstützen sie die Menschheit bei der Beobachtung und dem **Management möglicher Umwelt- und Klimarisiken** und liefern zudem wichtige Impulse für **völlig neue Geschäftsfelder** und andere fundamentale Veränderungen.

Die öffentliche Wahrnehmung für das Thema Raumfahrt wurde in den letzten Monaten durch zahlreiche **spektakuläre Neuigkeiten** deutlich verstärkt:

- Dazu zählen die Schlagzeilen zur Zerstörung der „größten Rakete der Welt“ (beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre im dritten Testflug der unbemannten „Starship“-Rakete des US-Raumfahrtunternehmens SpaceX von Elon Musk am 14. März 2024),<sup>10</sup> die Verschiebung der „Artemis-Mission“ (des ersten privat finanzierten Mondlandungsversuchs im Januar 2024)<sup>11</sup> sowie der missglückte Versuch der russischen Sonde „Luna-25“ zur Landung auf dem Südpol des Mondes (im August 2023).<sup>12</sup>

- Im Gegensatz zu diesen Misserfolgen steht die **erste erfolgreiche Mondlandung eines privaten Unternehmens**, durchgeführt von *Intuitive Machines* am 22. Februar 2024 mit dem Lander „Nova-C“ (Spitzname „Odysseus“). Diese spektakuläre Aktion war die erste – wenn auch unbemannte – US-Mondlandung seit den „Apollo-Missionen“ (beendet mit Apollo 17, 1972).<sup>13</sup> Da „Odysseus“ jedoch während des Landevorgangs in eine Seitenlage kippte (was die Nutzung der Solarpanels unmöglich machte), konnten schon bald wegen Strommangels keine Daten mehr übertragen werden – seit Ende März 2024 gilt die Sonde deshalb als vollständig „tot“.<sup>14</sup>

**Artemis-Mission** (sehr komplexes Missionsprofil, deshalb Mehrfachrisiko für Verschiebung): **Die USA will wieder zum Mond**, die nächste bemannte Landung wurde im Januar 2024 von 2025 auf September 2026 verschoben, der *US-Rechnungshof* geht eher von 2027 aus. Der Vorsprung vor China wird dadurch kleiner, die 2030 eine Mondlandung planen, vgl. Welt (2024, Amerika). Der Mond ist dabei nur eine Zwischenstation, das eigentliche Ziel dieser Mission ist der Mars.



*Space is finally getting the attention it deserves, rising in political and societal relevance as a practical solution to the real challenges of today and tomorrow. Have you ever thought about how European space missions can help to shape the safer, greener, more sustainable and more efficient society of the future that you envision?*

Josef Aschbacher, Director General bei der ESA



Schon die bloße Abfolge dieser Meldungen macht deutlich, dass sich im Weltraum derzeit mit hoher Dynamik **sehr grundlegende Veränderungen** vollziehen. Noch deutlicher wird dies durch Impressionen aktueller Raumfahrtprojekte wie etwa „Odysseus“ (vgl. Abb. 1).



Zugriff auf ein Video zur „Ersten kommerziellen Mondlandung: Odysseus“ über **diesen LINK** oder den nebenstehenden QR-Code.

Finanziert wurde die Mission „Odysseus“ durch das neuartige NASA-Programm *Commercial Lunar Payload Services (CLPS)*, das darauf abzielt, die Verantwortung und technische Umsetzung einer Mondlandung an private Unternehmen zu übertragen.<sup>15</sup>

- ▶ Die „Odysseus“-Mission verdeutlicht eindrücklich die aktuell sehr **hohe Dynamik** im weltweiten „Space Race“, dem globalen Wettlauf im Weltall, denn:
- ▶ Sie war innerhalb von zwölf Monaten bereits der **sechste Versuch**, unbemannt auf dem Mond zu landen; allerdings war nur die Hälfte dieser Unternehmungen erfolgreich.<sup>16</sup>

Neben den USA konnte auch **Indien** vor kurzem einen wichtigen Weltraumerfolg verzeichnen – mit der erstmaligen Landung einer Forschungssonde auf dem Südpol des Mondes:

- ▶ Die „Chandrayaan-3-Mondlandemission“ der *indischen Weltraumforschungsorganisation (ISRO)* am 23. August 2023 wird Fachleuten zufolge als die „**wichtigste technologische und geopolitische Dimension**“ der indischen Mondmission angesehen.<sup>17</sup>

**Beispiel Indien:** Die indische Sonde „Chandrayaan-3“ hat das Ziel, Erkenntnisse über das gefrorene Wasser auf dem Südpol des Mondes zu gewinnen, das sowohl auf als auch unter der Mondoberfläche nachgewiesen wurde und Voraussetzung für eine dauerhafte Mondkolonie sein könnte. Ein solcher Wasservorrat könnte in künftigen bemannten Mondmissionen von erheblicher Bedeutung sein. Darüber hinaus ist 2025 die Mission „Gaganyaan“ der *Indian Space Research Organisation (ISRO)* geplant, Indiens erste bemannte Expedition ins Weltall.<sup>18</sup> Sollte die Mission gelingen, wäre Indien das vierte Land, das Menschen ins Weltall geschickt hat (nach Sowjetunion, USA und China). Unterstützt durch Regierungschef *Narendra Modi* will Indien mit Hilfe privater Raumfahrtunternehmen seinen Anteil an der weltweiten Weltraumwirtschaft innerhalb des nächsten Jahrzehnts verfünffachen.<sup>19</sup>

Abb. 1: Impressionen aktueller Raumfahrtprojekte

Rakete des Raumfahrtunternehmens SpaceX



Mondlandung „Odysseus“



Quelle: SpaceX/PA Media, dpa

Quelle: Intuitive Machines, 2024

Indien ist damit erst die vierte Nation, der eine erfolgreiche Landung auf dem Mond geglückt ist; dicht gefolgt von **Japan**. Mit bislang unerreichter Präzision gelang es Japan im Januar 2024 mit der *SLIM-Mission (Smart Lander for Investigating Moon)* erstmals eine Forschungssonde auf dem Mond zu landen.<sup>20</sup>

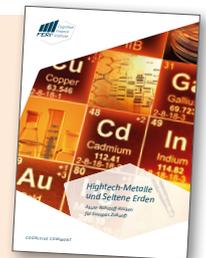
Erfolgreiche Mondlandungen sind bisher nur den USA (April 1969 – Dezember 1972, sowie Februar 2024), der Sowjetunion (Februar 1966), China (Dezember 2020), Indien (August 2023) und Japan (Januar 2024) gelungen.<sup>21</sup>

- ▶ Zentrale Argumente für eine weitere Erforschung des Mondes sind neben neuen Technologien (wie etwa Datenspeicherung im Weltraum) sowie dem Potential zur Ressourcengewinnung (Mineralien, Wasser, Edelgase) vor allem auch dessen „strategische“ Position im erdnahen Weltraum – mit der klar definierten Möglichkeit zum Aufbau einer **ständigen Raumstation**.<sup>22</sup>
- ▶ Eine ständige Präsenz „vor Ort“ – also in unmittelbarer Nähe zum Mond – erscheint für die „großen Drei“ Raumfahrtnationen (USA, Russland, China) aus verschiedensten Gründen äußerst attraktiv: Die entsprechenden Pläne reichen hier von einer **im mondnahen Orbit kreisenden Verbindungsstation** – wie dem von der NASA verfolgten Projekt „*Lunar Gateway*“ (in Kooperation mit der europäischen, japanischen und kanadischen Raumfahrtbehörde) – bis hin zur Errichtung einer **echten Mondstation**, wie dies etwa China und Russland mit einem gemeinsamen Konzept – der „*International Lunar Research Station (ILRS)*“ – bis zum Jahr 2030 anstreben.<sup>23</sup>

**Weltraumressourcen:** Asteroiden, Monde und andere Himmelskörper beherbergen eine Vielzahl wertvoller Materialien wie Metalle, Edelmetalle und seltene Erden. Die Erschließung dieser Ressourcen könnte die Abhängigkeit von begrenzten irdischen Ressourcen verringern und die Rohstoffversorgung in kritischen Sektoren sichern. Darüber hinaus könnten bestimmte Rohstoffe im Weltraum neue Energiequellen erschließen und so zum Aufbau autonomer Energiesysteme beitragen. Dies erfordert jedoch hohe Investitionen in innovative Technologien sowie zugleich auch eine nachhaltige Herangehensweise.

**Rohstoffe:** Um die Rohstoffe des Erdtrabanten ist ein wahres Rennen gestartet. Der Mond birgt nach neuesten Erkenntnissen eine Vielzahl von Ressourcen – mit dem Potential, die Raumfahrt und die menschliche Erforschung des Weltraums zu revolutionieren. Dazu gehören insbesondere Wasser, Helium-3 (hilfreich für Kernfusion) und Metalle der seltenen Erden wie Lanthanoide, Scandium und Yttrium, die vor allem in der Elektronik Verwendung finden.<sup>24</sup>

Zum Thema „**Hightech-Metalle und Seltene Erden**“ hat das *FERI Cognitive Finance Institute* bereits eine ausführliche Analyse veröffentlicht.



- Der potentielle Wert dieser Ressourcen ist immens: Schätzungen zufolge hat Wasser auf dem Mond einen Wert von über 200 Milliarden USD, Metalle repräsentieren 2,5 Billionen USD und Helium unvorstellbare 1,5 Billionen (!) USD.<sup>25</sup> Vor dem Hintergrund dieser Dimensionen spricht die NASA bereits von einem „*lunaren Goldrausch*“.<sup>26</sup>
- Die Ressourcen auf dem Mond könnten nicht nur als Treibstoff und lebenswichtige Versorgung für Mondkolonien dienen, sondern auch auf der Erde für Elektronik und andere Industrien von großem Wert sein.<sup>27</sup>
- Auch bestimmte Asteroiden, wie *16 Psyche* (Schätzungen zufolge Wert von 10 Trillionen USD!) und *David* (Schätzungen zufolge Wert von 27 Trillionen USD!), repräsentieren ein enormes wirtschaftliches Potential, vor allem aufgrund ihres hohen Gehalts an wertvollen Metallen wie Gold, Eisen und Nickel.<sup>28</sup>

**Raumstationen:** Raumstationen spielen eine essentielle Rolle in der bemannten Raumfahrt, da sie im Gegensatz zu Satelliten von Astronauten bewohnt werden können und als Wohn- und Arbeitsumgebung dienen. Sie umkreisen in der Regel die Erde und ermöglichen weitere Forschung im Weltraum. Prominentestes Beispiel ist die *Internationale Raumstation (International Space Station: ISS)*, die von insgesamt 15 Nationen, darunter USA, Russland, Europa (10 Staaten), Japan und Kanada, sowie fünf Raumfahrtagenturen (*NASA, Roskosmos, ESA, JAXA, CSA*)<sup>29</sup> betrieben wird. Die *ISS* ist mit eigenen Laboren ausgestattet und ermöglicht Experimente in Schwerelosigkeit, die auf der Erde nicht durchführbar wären.<sup>30</sup>

Etablierte Raumstationen wie die *ISS* haben eine lange Geschichte internationaler Zusammenarbeit und Forschung in der Schwerelosigkeit. Auch wenn die *ISS* bis mindestens 2030 noch in Betrieb bleiben soll, streben verschiedene Unternehmen wie *Blue Origin*, *Vast*, *Axiom Space*, *Voyager*, *Lockheed Martin*, *Nanoracks* und *Northrop Grumman* die Entwicklung und den Betrieb von kommerziellen Raumstationen an, die eine Vielzahl von Anwendungen im Weltraum unterstützen sollen, darunter Forschung, Tourismus und kommerzielle Aktivitäten.<sup>31</sup>

Einer dieser Anwerter ist das *Orbital Reef* – eine kommerzielle Raumstation des Joint Ventures zwischen *Sierra Space* und Jeff Bezos’ Raumfahrtunternehmen *Blue Origin*, die zwischen 2025-2029 geplant ist.<sup>32</sup>

- In diesem Zusammenhang hat die *NASA* kürzlich wichtige Testmeilensteine für die Raumstation *Orbital Reef* angekündigt. Diese Tests betreffen das lebenserhaltende System, das für die Bereitstellung von sauberer Luft und Wasser für Astronauten von entscheidender Bedeutung ist. Dieses regenerative System recycelt bspw. Wasser und Sauerstoff, was den Transport von Ressourcen aus der Erde reduziert und somit auch die Startkosten. Bei den Bestrebungen diente die *ISS* als Vorbild, da sie Wasser und Sauerstoff aus der Atmung, Transpiration und Urinruckgewinnung nutzt.<sup>33</sup>

Auch die US-Firma *Vast* hat große Ambitionen in der Welt- raumforschung und plant die erste kommerzielle Raum- station „*Haven-1*“, die bis 2025 entwickelt und betrieben werden soll. Ziel hierbei, eine flexible und zugängliche Raumstation zu schaffen, die eine breite Palette von Nut- zern anspricht.<sup>34</sup> Trotz ähnlicher Zielsetzungen als kom- merzielle Raumstationen unterscheiden sich die einzelnen Projekte deutlich in ihrer Gestaltung, technischen Spezifika- tionen und Betriebsmodellen.

Diese Vielfalt spiegelt die dynamische Entwicklung der Raumfahrtindustrie wider, wie anhand der folgenden Trei- ber ersichtlich wird (vgl. Abb. 2).

- Dazu zählen insbesondere **leistungsfähigere Technologien, sinkende Systemkosten und ein gut finanziertes Start-Up- Ökosystem**, das die Entwicklung neuer Raumfahrtkonzepte nicht nur ermöglicht, sondern auch aktiv unterstützt.<sup>35</sup>

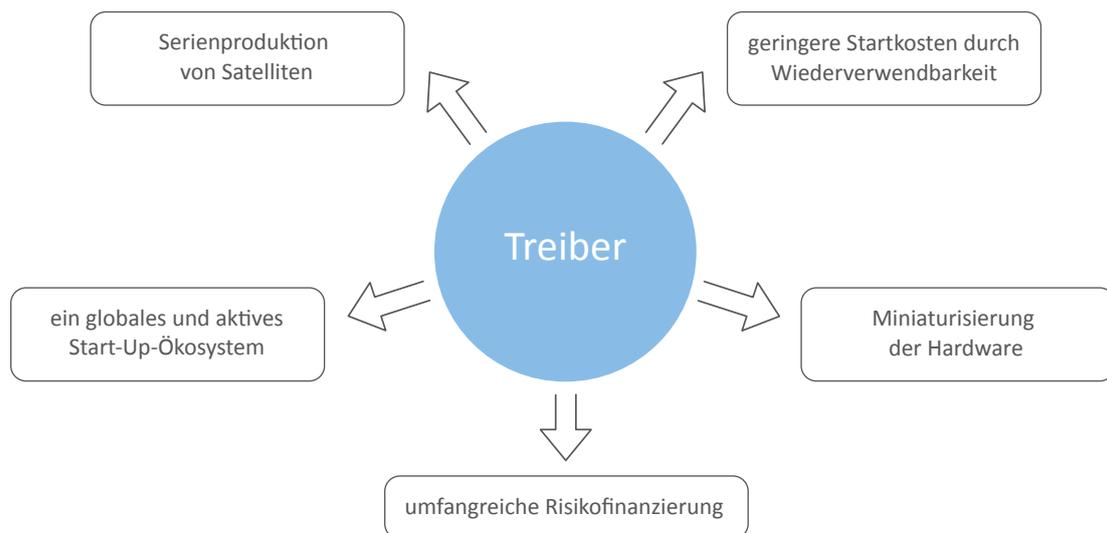


*Raumfahrt ist existentiell.*

*Adam Jonas*, Head of Research Space *Morgan Stanley*, zitiert nach: payoff (2022, Space Economy)



Abb. 2: Treiber hinter der Entstehung eines dynamischen Weltraum-Ökosystems



Quelle: Porsche Consulting (2021, Space)

# Meilensteine in der Weltraumforschung: Von entscheidenden Durchbrüchen zu neuen Horizonten

Die Entwicklung der Raumfahrttechnik war über viele Jahrzehnte ein langsamer, aber stetiger Prozess. Im Laufe der Jahre hat die Weltraumforschung dabei zahlreiche wichtige Meilensteine erreicht, was nicht nur das menschliche Verständnis des Weltalls, sondern vor allem auch die **Entwicklung der Raumfahrttechnologie** massiv vorangetrieben hat:

- ▶ Das erste Objekt, das erfolgreich in den Weltraum geschossen wurde, war „**Sputnik**“ – ein Satellit, der 1957 inmitten des Kalten Krieges von der Sowjetunion gestartet wurde.
- ▶ Seitdem hat die Raumfahrttechnologie rasante Fortschritte gemacht. Speziell mit den „**Apollo-Missionen**“ der NASA zum Mond spielten die USA eine Vorreiterrolle bei der Erforschung des Weltraums.<sup>36</sup>
- ▶ In jüngerer Zeit hat insbesondere die Entwicklung **wiederverwendbarer Raketen** durch private Unternehmen (*SpaceX; Blue Origin*) die Raumfahrtindustrie stark beeinflusst. Dieser wichtige Meilenstein hat die Raumfahrt zuletzt deutlich **kostengünstiger und zugänglicher** gemacht.<sup>37</sup>

Nachfolgend aufgeführt sind einige der bedeutendsten Meilensteine der Raumfahrt:

Die **Raumfahrttechnologie** umfasst die Entwicklung von Raketen, Raumfahrzeugen (wie Sonden, Rover, Satelliten, Raumstationen) und zugehörigen Systemen, die es ermöglichen, den Weltraum zu erforschen und zu nutzen. Dazu gehören Lebenserhaltungssysteme, Navigation und Steuerung, Kommunikation, wissenschaftliche Instrumente und Wiedereintrittstechnologie. Diese Technologien sind entscheidend für die Durchführung von Raumfahrtmissionen, sei es zur Erforschung von Planeten, zur Kommunikation mit Satelliten oder zur Bereitstellung von Raumfahrtinfrastruktur wie Raumstationen. Quelle ChatGPT, Prompt: Was versteht man unter Raumfahrttechnologien, zusammengefasst.

Tab. 1: Meilensteine der Weltraumforschung

1957:	Start von Sputnik 1: die UdSSR startet am 4.10.1957 den ersten künstlichen Satelliten und initiiert damit das Raumfahrzeitalter.
1961:	Die erste bemannte Raumfahrtmission: <i>Juri Alexejewitsch Gagarin</i> wird am 12. April 1961 der erste Mensch im Weltraum, als er an Bord von <i>Vostok 1</i> eine Erdumrundung absolviert.
1969:	Mondlandung: Mit der <i>Apollo-11-Mission</i> findet am 20.7.1969 mit den Astronauten <i>Neil Armstrong</i> und <i>Buzz Aldrin</i> die erste bemannte Landung auf dem Mond statt.
1971:	Marsmission Mariner 9: Die <i>Mariner-9-Mission</i> wird die erste Raumsonde, die den Mars umkreist; sie liefert erstmals detaillierte Bilder der Marsoberfläche.
1976:	Marslandung auf der Suche nach mikrobiellem Leben: Mit der <i>Viking 1</i> gelang am 20.7.1979 die erste Landung mit Raumsonden auf dem Mars.
1981:	<i>Space Shuttle Columbia</i> : Am 12.4.1981 startet der erste Weltraumflug eines wiederverwendbaren Raumfahrzeugs. <i>STS-1</i> ist die Missionsbezeichnung für den ersten Flug des US-amerikanischen <i>Space Shuttles Columbia (OV-102)</i> der NASA.
1986:	<i>Raumstation Mir</i> : Die Sowjetunion startet 1986 die <i>Raumstation Mir</i> , die bis 2001 im Orbit bleibt und den Weg für zukünftige Raumstationen ebnete.
1990:	<i>Hubble-Weltraumteleskop</i> : Das <i>Hubble-Weltraumteleskop</i> wird gestartet ( <i>Mission STS-31</i> ) und liefert hochauflösende Bilder des Universums; es revolutioniert die Astronomie und ermöglicht bahnbrechende Entdeckungen.
1998:	<i>Internationale Raumstation (ISS)</i> : Die <i>ISS</i> beginnt mit der kontinuierlichen bemannten Präsenz im Weltraum und dient als Plattform für wissenschaftliche Forschung und internationale Zusammenarbeit.

2001:	Erster Weltraumtourist der Geschichte wurde der US-Millionär <i>Dennis Tito</i> , der mit Hilfe russischer Kosmonauten einen Flug zur Raumstation ISS absolvierte.*
2008:	Wachstum von <i>SpaceX</i> durch Versorgungsschwierigkeiten der <i>ISS</i> aufgrund gekürzter Etats der <i>NASA</i> .**
2014:	Kometenlandung: Nach 10 Jahren Flugzeit ist <i>Philae</i> erfolgreich auf dem Kometen <i>67P/Tschurjumow-Gerassimenko</i> gelandet und wurde als erster Raumflugkörper auf eine Umlaufbahn um einen Kometen gebracht.
2015:	Pluto-Sonde <i>New Horizons</i> : Die Sonde <i>New Horizons</i> erreicht den Zwergplaneten Pluto und liefert erstmals detaillierte Bilder und Daten.
2020:	Erster bemannter kommerzieller <i>SpaceX</i> -Raumflug: <i>SpaceX</i> führt den ersten bemannten kommerziellen Raumflug zur <i>ISS</i> mit der <i>Crew Dragon</i> durch.*** Zeitgleich starten die Vereinigten Arabischen Emirate mit ihrer Sonde „ <i>Hope</i> “ und China unter dem Stichwort „ <i>Tianwen-1</i> “ ihre Marsmissionen. Und bringt erstmalig mit Sonde <i>Chang'e-5</i> Gesteins- und Staubproben zur Erde.
2021:	Marslandung des Rovers <i>Perseverance</i> der <i>NASA</i> , zur Vorbereitung bemannter Missionen. Zeitgleich setzt China seine Ambitionen in der Weltraumforschung fort und landet den Rover <i>Zhurong</i> im Mai 2021 erfolgreich auf dem Mars.****
2022:	Start des <i>Artemis-Programms</i> : Die <i>NASA</i> verkündet offiziell das <i>Artemis</i> -Programm, das die Rückkehr von Astronauten zum Mond bis 2024 vorsieht. Außerdem verzeichnen <i>Blue Origin</i> und <i>Virgin Galactic</i> Fortschritte im Weltraumtourismus.
2023:	Die internationale Zusammenarbeit in der Weltraumforschung und -exploration setzt sich fort, mit gemeinsamen Projekten zwischen Raumfahrtagenturen und Ländern. Zudem gibt es eine zunehmende Anzahl von Satellitenstarts, als Folge dynamisch wachsender Satellitentechnik.
2024:	Die Pläne zur Privatisierung von Raumstationen gewinnen an Bedeutung, mit Unternehmen wie <i>Blue Origin</i> , <i>Vast</i> , <i>Axiom Space</i> , <i>Voyager</i> , <i>Lockheed Martin</i> , <i>Nanoracks</i> und <i>Northrop Grumman</i> , die kommerzielle Raumstationen neben der <i>ISS</i> betreiben wollen.*****

\* Vgl. dazu etwa: WDR1 (2011, Weltraumtourist).

\*\* Aufgrund gekürzter Eigenentwicklungskosten, wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben, der private Unternehmen aufforderte auf eigenes Risiko Transportmöglichkeiten zu entwickeln. Den Zuschlag bekam *SpaceX*.

\*\*\* Vgl. Venngage (o.A., Meilensteine), sowie Daily Sabah (2024, Milestones).

\*\*\*\* Vgl. außerdem dazu: Welt (2021, Weltall-Ereignisse).

\*\*\*\*\* Spiegel (2024, Mission).

Quellen: Britannica (2024, Space Exploration) sowie Daily Sabah (2021, Milestones)

### Abb. 3: Der NASA-Rover „Perseverance“ auf dem Mars



Quelle: ARD (2021, Perseverance)

# „NewSpace“: Die Entstehung eines Multi-Milliardenmarktes

Der weltweite Markt der weltraumbezogenen Wirtschaft verzeichnete in den letzten Jahren eine sehr dynamische Ausweitung.<sup>38</sup>

Während Unternehmen in der Raumfahrtindustrie im Jahr 2005 noch einen Umsatz von etwa 175 Milliarden USD erzielten,<sup>39</sup> wurde dieser bis 2024 bereits auf knapp 450 Milliarden USD geschätzt. Für die nächsten 20 Jahre ist absehbar, dass die Weltraumwirtschaft weiter stark expandiert. Gemäß einer Prognose von *Morgan Stanley* soll die globale Raumfahrtindustrie bis 2040 bereits einen Umsatz von **über 1 Billion USD** erwirtschaften (vgl. Abb. 4).

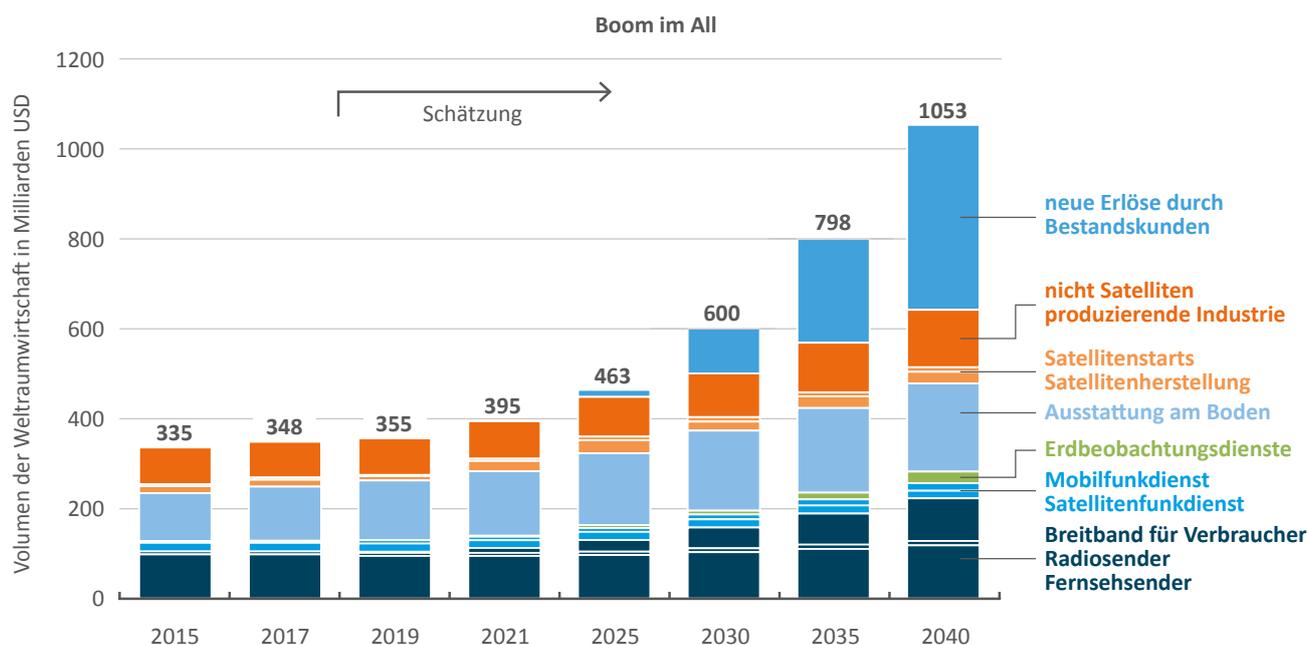


Der Umsatz der globalen Raumfahrtindustrie könnte bis 2040 auf über 1 Billion Dollar ansteigen.

Morgan Stanley (2020, Space)



Abb. 4: Umsatz der globalen Weltraumwirtschaft (inkl. Prognose)



Quelle: Morgan Stanley (2020 Space), zitiert nach Börsen-Zeitung (2021 Weltall Investments)



Wir befinden uns in einem schnell wachsenden Markt mit neuen Möglichkeiten und neuen Unternehmen.

Pierre Godart, Deutschland-Chef des Raketenbauers ArianeGroup



Bei dieser dynamischen Entwicklung sind längst nicht mehr nur die Sektoren Luft- und Raumfahrt sowie Verteidigungsindustrie im Fokus. Zunehmend relevant für die Weltraumwirtschaft sind auch neue Nutzenwendungen der **Telekommunikationsbranche**, mit deutlichen Auswirkungen auf die IT-Hardware (Satellitentechnik und Bodenstationen). Denn: Selbst in Industrieländern besteht oftmals bei Telekommunikation und Internet-Services eine lückenhafte Versorgung in ländlichen Gebieten; in Entwicklungsländern sind die Defizite noch deutlich größer:

- ▶ Spezialisierte Anbieter wie *Starlink*, das von *SpaceX* betriebene Satellitennetzwerk, können hier Abhilfe schaffen und als „*single source*“-Anbieter den gesamten Planeten abdecken – mit Hilfe eines privatwirtschaftlichen Netzwerks aus Tausenden erdnah kreisenden Satelliten.<sup>40</sup>
- ▶ Der rapide zunehmende **Datenverkehr** ist einer der wichtigsten Wachstumstreiber. Die globale Ausdehnung des *World Wide Web* nimmt mit Hilfe von Satelliten rasant zu, auch in Ländern mit geringer Breitband-Infrastruktur. Analysen zufolge wird das Internet im Jahr 2040 das größte Segment der Weltraumwirtschaft sein; es könnte dann Umsätze von 412 Milliarden USD erwirtschaften.<sup>41</sup>



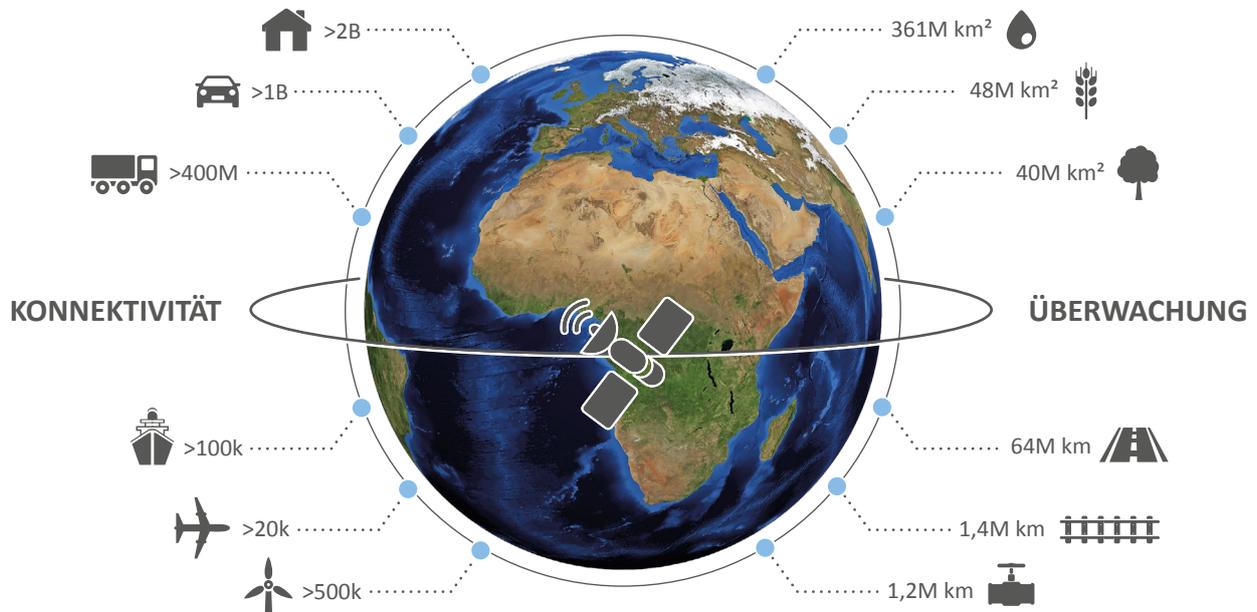
*Wir glauben, dass die größte Chance in der Bereitstellung von Internetzugängen für unterversorgte und unversorgte Teile der Welt liegt, aber auch autonome Autos, das Internet der Dinge, künstliche Intelligenz, virtuelle Realität und Videos werden die Nachfrage nach Bandbreite erhöhen.*

Morgan Stanley (2020, Space)



*New Space* wird vor diesem Hintergrund in den kommenden Jahren wesentlich zur Entwicklung neuer Infrastrukturen für Konnektivität, Daten und Künstliche Intelligenz in nahezu allen Sektoren beitragen. Satellitendaten werden in naher Zukunft für über 2 Milliarden Haushalte weltweit und diverse Industriezweige unverzichtbar sein: für präzise Navigation, autonomes Fahren, akkurate Wetterprognosen, Klimaforschung, Smart Farming oder Anwendungen der Industrie 5.0 (vgl. Abb. 5).<sup>42</sup>

Abb. 5: Vielfältige Möglichkeiten für New Space-Services (Konnektivität und Erdbeobachtung)



Quelle: Porsche Consulting (2021, Space)

Mehr zum Thema exponentieller Datengenerierung in dieser Analyse des FERI Cognitive Finance Institute zum Thema „KI: The Next Level“.



“ Die Nachfrage nach Daten wächst exponentiell, während die Kosten für den Zugang zum Weltraum (und damit zu Daten) um Größenordnungen sinken.

Morgan Stanley (2020, Space)

**Satelliten** in der Erdumlaufbahn sind heute das Rückgrat moderner Kommunikationsnetze und ermöglichen eine unmittelbare und nahtlose globale Kommunikation. Diese Entwicklung wurde maßgeblich durch die verstärkte Platzierung von Satelliten vorangetrieben, insbesondere seit SpaceX mit dem Start von *Starlink*-Satelliten in den Erdorbit begonnen hat. Dies wird auch durch konkrete Zahlen deutlich: Ausschließlich im Jahr 2023 wurden bisher 2.227 dieser Frachten von Raketen ins All befördert (vgl. Abb. 6).<sup>43</sup>

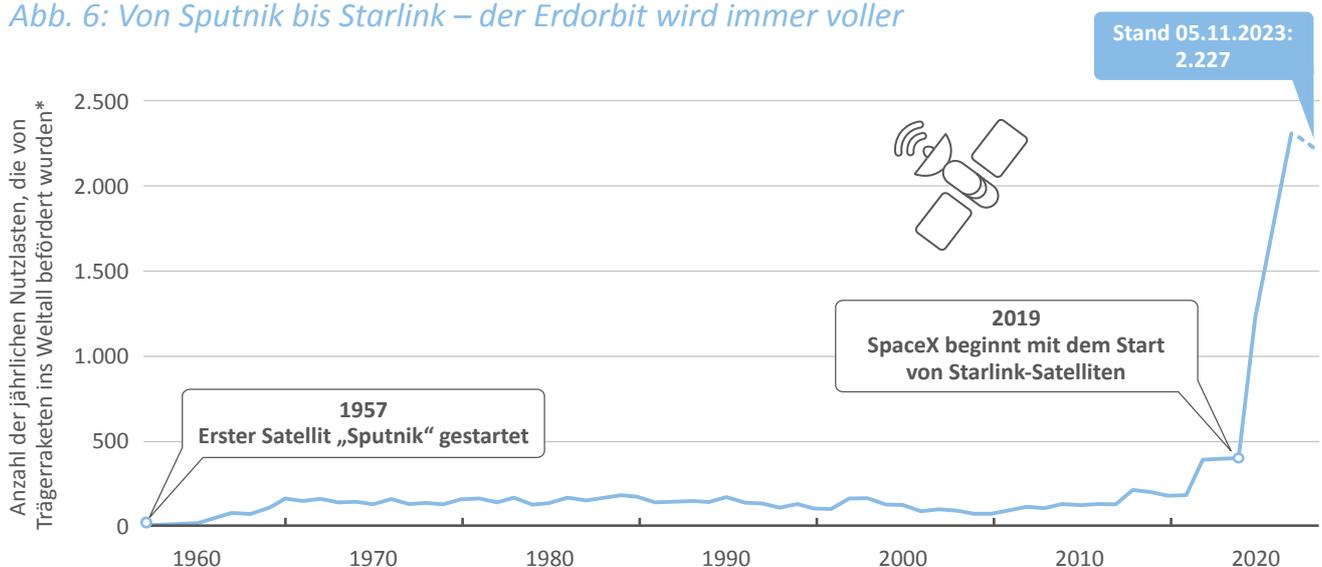
Bis 2040 sollen 50 % des prognostizierten Wachstums der globalen Raumfahrtindustrie aus Satellitenbreitband resultieren. Satelliten, die Breitband-Internetdienste anbieten, werden dazu beitragen, dass die Kosten für Daten sinken und die Nachfrage nach Daten zunimmt.<sup>44</sup>

- ▶ Gegenwärtig sind die Kosten für den Start eines Satelliten mit wiederverwendbaren Raketen von 200 Millionen USD auf etwa 60 Millionen USD gesunken, wobei ein Rückgang auf bis zu 5 Millionen USD möglich ist. Die Massenproduktion von Satelliten könnte die Kosten von 500 Millionen USD pro Satelliten auf 500.000 USD senken.<sup>45</sup>

“ Basierend auf der Richtung der Leistungserbringung lässt sich die Weltraumwirtschaft in zwei Bereiche gliedern:

- **Upstream:** Darunter fällt die Technologie zur Beförderung von Objekten in den Weltraum, zum Betrieb von Bodenstationen und für Weltraumforschung sowie für den Bau von Satelliten, Raketen, Weltraumhabitaten und Bereitstellung der dafür notwendigen Materialien.
- **Downstream:** Darunter versteht man die Nutzung weltraumgebundener Technologie „in Richtung Erde“, speziell Daten und Services wie Satellitenübertragungsdienste, Erdbeobachtung sowie Navigations- und Satellitenkommunikationssysteme für den Alltag, die neue Märkte schaffen und bestehende Industrien verbessern.

Abb. 6: Von Sputnik bis Starlink – der Erdorbit wird immer voller



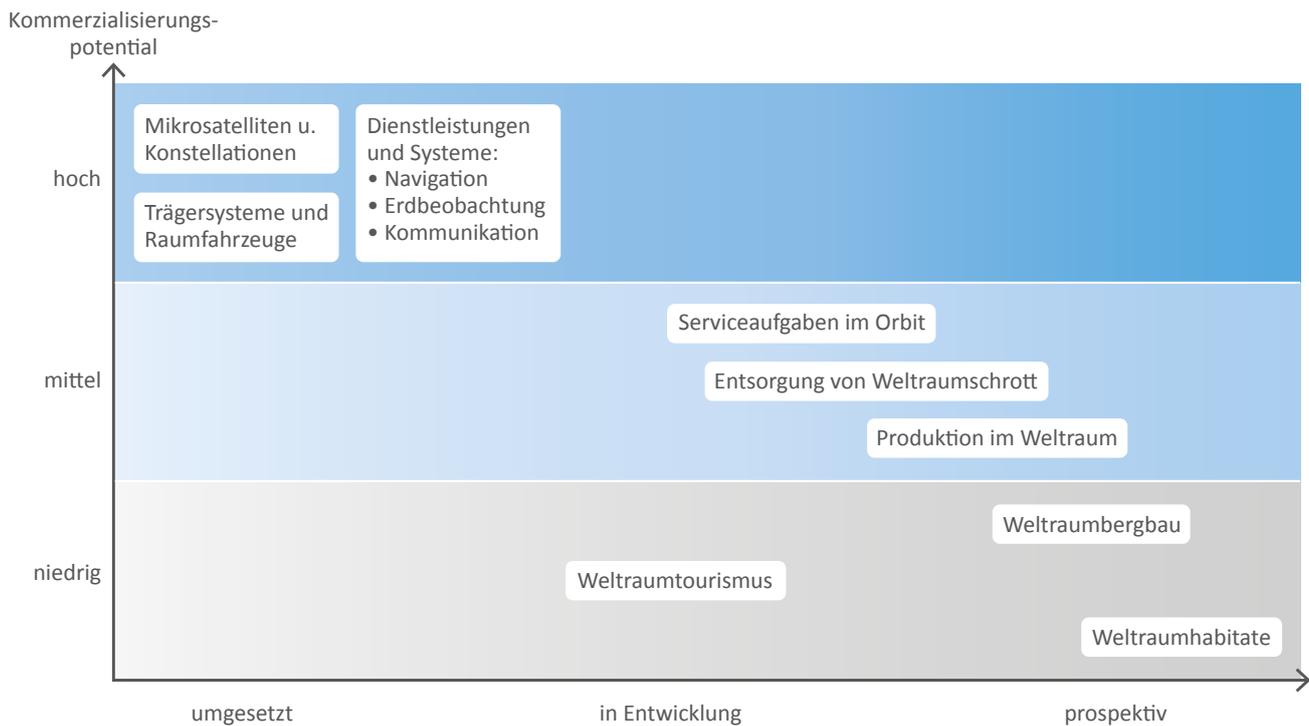
\* Nutzlasten beziehen sich auf Weltraumobjekte wie Satelliten und Raumsonden

Quelle: Statista, basierend auf space-track.org (2023)

- ▶ Das **größte Wachstumspotential** wird derzeit im **Downstream-Bereich** gesehen – als Sektor mit den meisten Möglichkeiten zur Entwicklung neuer Nutzungsprofile und Anbindung innovativer Geschäftsmodelle (vgl. Abb. 7).

Neben konkreten Innovationen und Umsetzungen in den Bereichen Up- & Downstream verspricht die Weltraumwirtschaft in Zukunft noch weitere gesellschaftliche und wirtschaftliche Vorteile, wie etwa verstärkten Technologietransfer in andere Industriezweige, generelle Verbesserung der Effizienz in zahlreichen Geschäftsmodellen sowie nicht zuletzt besseren Zugang zur Gesundheitsversorgung.<sup>46</sup>

Abb. 7: Kommerzialisierungspotential in der Weltraumindustrie



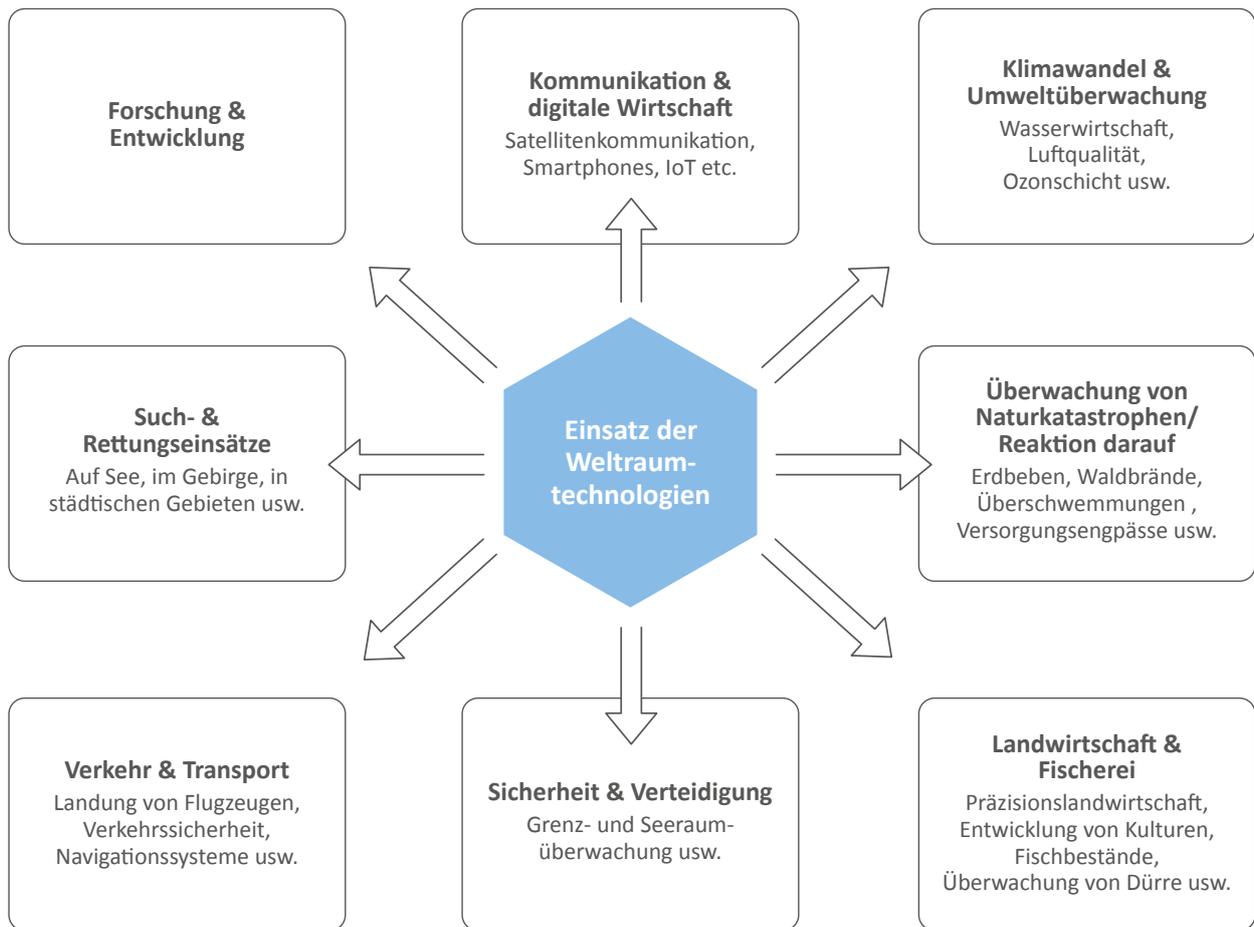
Quelle: Kind et al. (2020, New Space)

## Globale Herausforderungen meistern: Innovative Anwendungen für eine nachhaltige Transformation

Im Laufe der Jahre hat sich die Raumfahrttechnologie von einem Nischenbereich zu einem unverzichtbaren Bestandteil des täglichen Lebens entwickelt, mit tiefgreifenden Auswirkungen auf verschiedene Bereiche wie Kommunikation, Transport, Umweltüberwachung, Landwirtschaft und wissenschaftliche Forschung (vgl. Abb. 8).

Das Zusammenspiel aus größeren Satellitennetzen, besseren Kameraobjektiven, optimierter Übertragungsgeschwindigkeit (von 300 auf 3 Millisekunden)<sup>47</sup> und Verarbeitung größerer Datenmengen erlaubt vielfach bereits Entscheidungen in Echtzeit. Die mit fortschrittlichen Sensoren ausgestatteten Satelliten liefern hochpräzise Daten für eine

Abb. 8: Wichtige Einsatzbereiche für Weltraumtechnologien



Quelle: Europäische Kommission (2023, Infografik)

bessere **Klimamodellierung**, akkurate **Wettervorhersagen** und zeitnahes **Katastrophenmanagement**. Dies trägt dazu bei, dass oftmals bereits proaktiv auf drohende Naturkatastrophen reagiert werden kann.

- Die Nutzung hochauflösender Bilder ermöglicht in vielen Bereichen eine präzisere Planung und Überwachung – dies führt zu einer **erheblichen Effizienzsteigerung**, die für viele praktische Nutzenanwendungen inzwischen unverzichtbar geworden ist.<sup>48</sup>

Eine weitere wichtige Anwendung liegt im Bereich der **Klimaforschung**: So erfolgt die Überwachung von klimarelevanten Ereignissen wie Waldbränden/Entwaldung, Anstieg des Meeresspiegels und Schmelzen der Polkappen vielfach aus dem Weltraum. Verbesserte satellitengestützte Überwachung gewährleistet dabei die laufende Messung ökologischer Veränderungen; dies erlaubt deutlich präzisere

Abschätzungen und Prognosen zu den weltweiten **Folgen des Klimawandels**.

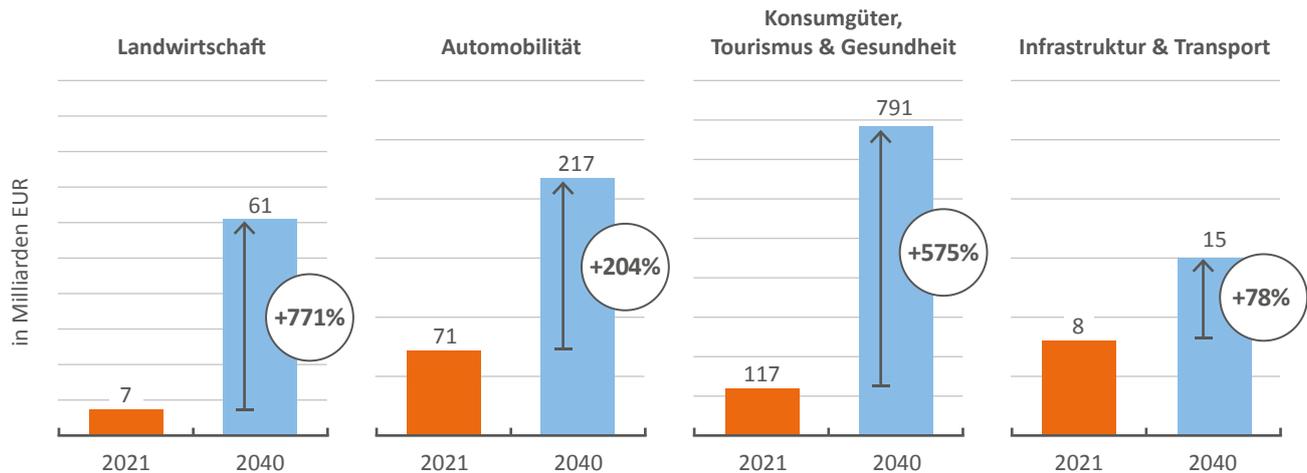


Zugriff auf ein Video zu „Fortschritten in der Erdbeobachtung der ESA“ über **diesen LINK** oder den nebenstehenden QR-Code.

Prognosen zur erwarteten Nachfrage einzelner Sektoren nach weltraumgestützten Lösungen legen für die nächsten Jahre den Schwerpunkt auf **vier wichtige Wachstumsbranchen** (vgl. Abb. 9):

- Landwirtschaft, Automobilität, Konsumgüterindustrie sowie Infrastruktur & Transport.<sup>49</sup>

Abb. 9: Erwartete Nachfrage nach weltraumgestützten Lösungen pro Sektor (in Milliarden EUR)



Quelle: Roland Berger (2020, Space)

Den stärksten erwarteten Nachfrageanstieg zeigt demnach der **Landwirtschaftsbereich** mit einem Zuwachs um 771 % – von 7 Milliarden EUR in 2021 auf 61 Milliarden EUR in 2040.<sup>50</sup>

- ▶ Satelliten werden hier insbesondere eingesetzt, um die Nahrungsmittelproduktion effizienter zu machen („**Präzisionslandwirtschaft**“). Dazu zählt die Sammlung von Daten zur Bodenfeuchtigkeit, Vegetation, Bodenbeschaffenheit und anderen Parametern. Die Daten werden genutzt, um die landwirtschaftliche Produktion zu optimieren, Ressourcen effizienter einzusetzen und den Ertrag zu steigern.
- ▶ Prognosen des *World Economic Forum (WEF)* zufolge könnten Erkenntnisse aus dem Weltraum rund 30 % der für 2050 prognostizierten globalen Nahrungsmittellücke schließen, indem der Süßwasserverbrauch um 5-10 % reduziert, die landwirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 50 Millionen Tonnen gesenkt und die Erzeugerkosten insgesamt um 5 % gemindert werden.<sup>51</sup>

Im Bereich **Konsumgüter, Tourismus und Gesundheit** wird eine Erhöhung der Nachfrage um 575 % prognostiziert – von 117 Milliarden EUR in 2021 auf 791 Milliarden EUR bis 2040. Unterstützt wird dieser Trend durch die zunehmende Konnektivität von Smartphones und sogenannter „**Wearables**“ (elektronische Geräte, die – wie Smartwatches oder Datenbrillen – am Körper getragen werden oder in Bekleidung eingearbeitet sind), sowie die wachsende Nutzung standortbezogener Anwendungen über Fitness- und Health-Tracker.<sup>52</sup>

- ▶ Gleichzeitig treibt die aufstrebende Branche des **Weltraumtourismus** die Entwicklung kommerzieller Raumflüge konsequent voran. Zusätzlich bietet die Schwerelosigkeit im Weltraum einzigartige Möglichkeiten für die medizinische Forschung, darunter die Entwicklung **neuer Therapien** und die Untersuchung der Auswirkungen von Schwerelosigkeit (Mikrogravitation) auf den menschlichen Körper.<sup>53</sup>
- ▶ Satellitengestützte Technologien spielen auch eine wichtige Rolle bei der **Frühwarnung vor Gesundheitsrisiken** auf der Erde. Satelliten liefern hier laufend Informationen über typische Umweltveränderungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Luftverschmutzung, Vegetationsmuster), die mit dem Ausbruch bestimmter Krankheiten in Zusammenhang stehen können.<sup>54</sup>

In der **Automobilindustrie** kann sich die Nachfrage nach weltraumgestützten Diensten von 71 Milliarden EUR (2021) auf 217 Milliarden (2040) EUR verdreifachen<sup>55</sup> – hauptsächlich getrieben durch **neue Mobilitätskonzepte** wie (Teil-)Autonomes Fahren und Smart-Mobility-Angebote, die auf satellitengestützter Navigation basieren und dafür einen kontinuierlichen Datenaustausch zwischen Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur benötigen.

- ▶ (Teil-)Autonomes Fahren ist entscheidend für die zukünftige Mobilität und hängt stark von Weltraumtechnologien ab. Auch im Rahmen der weiteren Entwicklung rund um das Thema *Urban Air Mobility (UAM)* werden Satelliten eine entscheidende Rolle spielen, indem sie die Kommunikation und Navigation von autonomen Luftfahrzeugen unterstützen.<sup>56</sup>

Hier gibt es weitere Einblicke zum Thema „Urban Air Mobility – Flugdrohnen als Transportmittel der Zukunft“.



- Insgesamt verbessern diese Technologien die Verkehrssicherheit und -effizienz auf der Erde und im erdnahen Luftraum. Eine umfassende Regulierung ist dabei zukünftig erforderlich, um die Anforderungen verschiedener Verkehrsbereiche für die Zukunft anzupassen.<sup>57</sup>

Im Bereich **Infrastruktur und Transport**, wozu auch Luft- und Seefahrt sowie Schiene, Energie und Infrastruktur zählen, wird eine knappe Verdopplung der Nachfrage in den nächsten 20 Jahren erwartet, von 8 Milliarden EUR in 2021 auf 15 Milliarden EUR in 2040.<sup>58</sup>

- Satellitenkommunikation und -navigation verbessern die Effizienz und Sicherheit im Transportwesen. Sie ermöglichen eine präzise Verfolgung von Schiffen und Flugzeugen und tragen so zur Reduzierung von Unfällen bei. Zudem bieten Weltraumtechnologien die Chance, die Energieinfrastruktur zu optimieren, indem sie Daten über Ressourcen wie Solarenergie und Erdöl bereitstellen. Die Entwicklung neuer Weltraumtechnologien zur Energiegewinnung, wie etwa „Solarsatelliten“ (Satelliten, die in der Erdumlaufbahn platziert werden und Sonnenenergie mittels Solarzellen erfassen und in elektrische Energie umwandeln), könnte zu einer nachhaltigen und effizienten Energieversorgung auf der Erde beitragen.<sup>59</sup>

„Im Juni 2023 gelang es dem Forschungsteam [Forschende des California Instituts of Technology] dann erstmals, Solarstrom mithilfe von Mikrowellen auf die Erde zu übertragen – eine Premiere in diesem Bereich.“<sup>60</sup>

## Galaktische Ambitionen: Länder und Organisationen auf dem Weg ins All

Die zunehmende Priorisierung des Weltraums durch einzelne Länder und Organisationen verdeutlicht, dass der Wettlauf um die Vorreiterrolle im Weltraum („Space Race“) und das damit einhergehende **Streben nach Vormachtstellung** in den letzten Jahren stark zugenommen hat. Dabei konkurrieren nicht mehr ausschließlich Nationen, sondern auch traditio-

**Sicherheit/Verteidigung:** Die Bedeutung moderner Satellitentechnik reicht deutlich über die wirtschaftlichen Aspekte hinaus, denn: Auch das Militär nutzt bevorzugt Satelliten für Kommunikation, Aufklärung und Zielsetzung.<sup>61</sup> Besonders alarmierend sind Russlands jüngste Weltraumpläne, die auf den Einsatz von Atomsprenköpfen im Weltraum als neuer Art von Anti-Satellitenwaffe abzielen.<sup>62</sup> Atomexplosionen im Weltraum könnten verheerende Auswirkungen haben, darunter die Lähmung militärischer und ziviler Satellitensysteme, der Ausfall von Elektronik auf der Erde sowie nicht zuletzt auch die Schaffung von Weltraumschrott, der Astronauten, Satelliten und Raumfahrtinfrastruktur gefährdet. Eine solche Waffe hätte das Potential, eine neue Dimension der Kriegsführung zu eröffnen und wurde von den USA umgehend als „extrem kritisch für die Nationale Sicherheit“ eingestuft.<sup>63</sup>



*Ich glaube, dass Putin keinen Moment zögern würde, eine Nuklearwaffe in den Weltraum zu bringen, wenn er tatsächlich die Möglichkeiten dazu hätte.*

Leon Panetta, ehemaliger US-Verteidigungsminister und CIA-Chef, zitiert nach Handelsblatt (2024, Weltraumpläne)



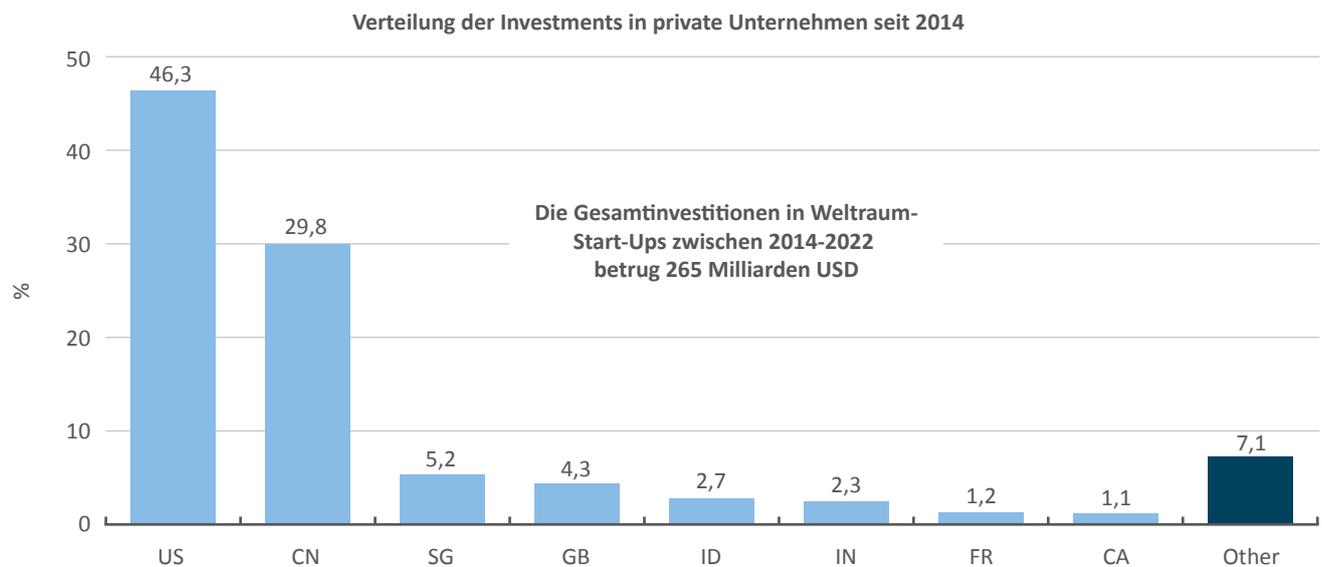
nelle und neue Akteure stehen im harten Wettbewerb um staatliche und private Aufträge.<sup>64</sup>

- So hat sich in den USA die NASA mit SpaceX zusammengeslossen und beide Akteure agieren gemeinsam im „Commercial Crew Program“ der Weltraumagentur. Während die NASA für die wissenschaftliche Entwick-

lung zuständig ist, wird die risikobehaftetere Upstream-Entwicklung in Firmen wie *SpaceX* oder *Boeing* verlagert. Aufträge im Wert von mehr als 400 Millionen USD hat die *NASA* in diesem Zusammenhang an private Unternehmen (wie *Blue Origin*, *Boeing*, *Lockheed Martin*) vergeben.<sup>65</sup>

Die **USA, China und Russland** sind derzeit die führenden Länder im Wettlauf um den Weltraum, aber auch andere Länder und Regionen wie **Indien, Japan, die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE) und Europa** sind aktiv an Missionen im Weltraum beteiligt.<sup>66</sup> Die größten Investitionen leisten dort jedoch noch immer die USA und China (vgl. Abb. 10).

Abb. 10: USA und China verzeichnen die größten Investitionsvolumina im Weltraumsektor



Quelle: Statista, basierend auf Space Capital (3.11.2022)

Einblicke in aktuelle Bestrebungen und Initiativen der USA als „Raumfahrtnation Nr. 1“:

- *NASA, National Aeronautics and Space Administration*: 1985 gegründet, ist die führende Raumfahrtbehörde der USA und spielt eine entscheidende Rolle bei der Erforschung des Weltraums und der Entwicklung von Raumfahrttechnologien. Bis 2028 soll gemäß einer Ankündigung aus dem Jahr 2018 die Erforschung der Mondoberfläche vorangetrieben werden – mit Unterstützung selektierter Privatunternehmen.<sup>67</sup>
- Dieses Vorhaben ist auch als *CLPS-Programm* bekannt, für das rund 2,6 Milliarden USD veranschlagt sind. Neben staatlichen Programmen betreiben auch private Raumfahrtunternehmen wie *SpaceX*, *Blue Origin* und *Virgin Galactic* große Missionen, meist mit Fokus auf bemannten (Kurz-)Flügen.<sup>68</sup>
- *SpaceX, Space Exploration Technologies Corporation*: 2002 von *Elon Musk* gegründet; verfolgt ambitionierte Ziele in Raumfahrt und Weltraumforschung, beim Satelliteneinsatz und der Entwicklung wiederverwendbarer Raketentechnologie.
- *Blue Origin*: 2000 von *Jeff Bezos* gegründet; konzentriert sich auf die Entwicklung wiederverwendbarer Raketentechnologie und die Förderung des Weltraumtourismus.
- *Virgin Galactic*: 2004 von *Richard Branson* gegründet; zielt ebenfalls auf die Entwicklung des Weltraumtourismus. Das *SpaceShipTwo*-Raumschiff des Unternehmens soll Passagiere auf suborbitalen Flügen befördern, so dass diese Schwerelosigkeit erleben und die Erde aus dem Weltraum sehen können. Im Jahr 2018 absolvierte *Virgin Galactic* seinen ersten Testflug mit Besatzung, und das Unternehmen arbeitet seitdem an kommerziellen Flügen. *Virgin Galactic* hat mit der *VSS Imagine* auch ein neues Raumschiff entwickelt, mit dem das Unternehmen seine Ziele im Weltraumtourismus weiter vorantreiben will.
- *Boeing* (US-Hersteller von Luft- und Raumfahrttechnik): Beschäftigt sich mit der Herstellung von Satelliten, der Erforschung des Weltraums und dem kommerziellen Raumtransport.

- *Lockheed Martin* (US-Rüstungsunternehmen): Beschäftigt sich mit der Herstellung von Satelliten, der Erforschung des Weltraums und verteidigungsbezogenen Raumfahrtprojekten. Seit mehr als 50 Jahren ist *Lockheed Martin* strategischer Partner der Bundeswehr sowie der deutschen Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie.
- *Northrop Grumman* (US-Rüstungsunternehmen): Beschäftigt sich mit der Herstellung von Satelliten, Raumfahrtssystemen und Raumfahrttechnologien.
- *OneWeb*: Globales Kommunikationsunternehmen mit Sitz in London und US-amerikanischen Niederlassungen, das eine Konstellation von *LEO-Satelliten (Low Earth Orbit)* für den Internetzugang einsetzt.
- *Momentus*: Raumfahrtinfrastrukturunternehmen, das sich auf die Bereitstellung von Satellitentransport- und Weltraumdiensten konzentriert. *Momentus* hat sich eine Finanzierung zur Unterstützung seiner Satellitentransfertechnologie gesichert.
- *Relativity Space*: US-amerikanisches Start-Up, das 3D-Druck zur Herstellung von Raketen nutzt.<sup>69</sup>
- *RocketLab*: Privates Raumfahrtunternehmen mit Schwerpunkt auf Kleinsatellitenstarts; das in Neuseeland gegründete Unternehmen hat mittlerweile seinen Hauptsitz in Los Angeles.



*Wir werden uns auf die Interessen und Fähigkeiten der amerikanischen Industrie und internationaler Partner stützen, wenn amerikanische Innovationen Astronauten zurück zum Mond und zu weiter entfernten Zielen im Sonnensystem, einschließlich des Mars, führen.*

*Jim Bridenstine, NASA-Administrator,  
zitiert nach Euronews (2024, Mond-Missionen)*



**Chinas massive Ambition im Weltraum:** Neben den USA ist vor allem **China** in den letzten Jahren sehr ambitioniert im Weltraumsektor aktiv: Bis 2025 plant das Land den möglichen Einsatz eines wiederverwendbaren Raumschiffs, die Entnahme von Ge-

steinsproben von den Polarregionen des Mondes in den nächsten fünf Jahren, die Zusammenarbeit mit Russland an einer **Mondforschungsstation** sowie die Landung auf einem erdnahen Asteroiden. Weitere Vorhaben umfassen die Rückführung von Marsproben im Jahr 2028 und eine Jupiter-Erkundungsmission im Jahr 2029. Zudem hat China mit „*Beidou*“ ein eigenes Satellitennavigationssystem etabliert<sup>70</sup> und arbeitet an einer Überwachungsplattform auf dem Mond, „*mit der die Sicherheit der künftigen internationalen Mondforschungsstation ILRS (International Lunar Research Station) gewährleistet werden soll*“.<sup>71</sup>

Aufgesetzt wird dabei auf dem Grundprinzip des weltweit größten Videonetzwerks *Skynet*, das in China über 600 Millionen Kameras verfügt. Entsprechende Kameras auf dem Mond könnten sich mithilfe KI-gesteuerter Chips automatisch miteinander verbinden und Ziele selbständig identifizieren. Weitere Pläne umfassen die Errichtung einer Kommandozentrale, eines modernen Kommunikationszentrums sowie erstklassiger wissenschaftlicher Einrichtungen, die exklusiv von Raumfahrern genutzt werden sollen. Ein leistungsstarkes Kraftwerk sowie die Integration einer Flotte von Robotern sind ebenfalls vorgesehen.<sup>72</sup>

- Chinas umfassende Ambition als „neue Großmacht“, die den USA ihre Rolle als globale Supermacht streitig machen und zugleich eine **neue Weltordnung** unter chinesischer Dominanz errichten will, wird durch die **massiven chinesischen Weltraumpläne** (einmal mehr) sehr deutlich unterstrichen.<sup>73</sup>

Das Thema „**Neue Weltordnung – Made in China: Chinas Attacke gegen die USA, den US-Dollar und die westliche Ordnung**“ hat das *FERI Cognitive Finance Institute* bereits detailliert analysiert:



Neben China planen auch die USA, zeitnah eine Bodenstation auf dem Mond zu errichten; dies könnte **konkretes Konfliktpotential** auslösen – als Teil eines Wettrennens um die Vormacht im Weltraum.

Ein Blick nach Europa zeigt, dass auch hier viele Bestrebungen zur Weltraumerforschung stattfinden, wenn auch im Vergleich zu USA und China mit weniger Risikokapitel und in kleinerem Umfang.<sup>74</sup>

- ▶ Eines der Projekte in Europa folgt der Gründerin *Hélène Huby*, die eine europäische Lösung entwickeln will, um Güter und Personen zu Raumstationen und zum Mond zu befördern.<sup>75</sup>
- ▶ Erst kürzlich hat die EU 2,4 Milliarden EUR für den Aufbau einer eigenen Satellitenkonstellation auf den Weg gebracht.<sup>76</sup>

Mehrere Mitgliedstaaten der **EU** arbeiten an Projekten innerhalb der *Europäischen Weltraumorganisation (ESA)* zusammen. Im Jahr 2023 fand im November der Weltraumgipfel der *Europäischen Raumfahrtagentur ESA* in Sevilla statt, bei dem Staats- und Regierungschefs die europäischen Strategien zur Skalierung der Raumfahrtindustrie diskutierten, um Wettbewerb und Innovation zu stärken. Dabei war die Zielsetzung, eine **europäische Strategie für die Erforschung, den Transport und die Nachhaltigkeit** (engere Zusammenarbeit der *ESA* mit der EU im Kampf gegen den Klimawandel) **im und aus dem Weltraum** auszuarbeiten. Bis 2028 soll ein europäisches Raumfahrzeug entwickelt werden, das Fracht zur *Internationalen Raumstation ISS* und zurück zur Erde bringen kann.<sup>77</sup>

In der **deutschen Weltraumerforschung** sind mehrere Akteure aktiv, die eine bedeutende Rolle in der Branche spielen. Dazu gehören das *Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)*<sup>78</sup>, das als nationale Raumfahrtbehörde Deutschlands agiert und in Bereichen wie Raumfahrttechnologie, Satellitennavigation und Erdbeobachtung forscht. Unternehmen wie *OHB SE* und *Airbus* sind ebenfalls wichtige Akteure in der deutschen Raumfahrtindustrie und aktiv an der Entwicklung und Herstellung von Satelliten und Raumfahrzeugen beteiligt.<sup>79</sup> Darüber hinaus engagieren sich auch Universitäten und Forschungsinstitute wie das *Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik* und das *Fraunhofer-Institut für Kurzeitdynamik in der deutschen Weltraumerforschung*, indem sie innovative Technologien und wissenschaftliche Erkenntnisse vorantreiben.

Inmitten einer zunehmend wettbewerbsorientierten Raumfahrtlandschaft zeigen einzelne Länder eine beeindruckende Präsenz und Ambitionen, die sie zu bedeutenden Akteuren in der globalen Raumfahrtbranche machen. Während Nationen wie die VAE bedeutende Schritte in Richtung der Erforschung des Weltraums unternehmen, setzen auch andere Länder auf ehrgeizige Raumfahrtinitiativen, die den Wettbewerb in diesem hochtechnologischen Bereich intensivieren.<sup>80</sup>



*Der Raumfahrtindustrie geht es gut, sehr gut. Es gibt viele neue Wettbewerber. Die gesamte Branche verändert sich.*

*Marco Fuchs, Vorstandsvorsitzender des Satellitenbauers OHB<sup>81</sup>*



**Beispiel Vereinigte Arabische Emirate (VAE):** Ein besonders beeindruckendes – und zugleich sehr plakatives – Beispiel für die neue Dynamik im Welt- raum setzen die VAE, die als bloße Regionalmacht seit Jahren ein äußerst ambitioniertes Weltraum- programm betreiben. Das *MBRSC, Mohammad bin Rashid Space Center*, ist maßgeblich für die Raum- fahrtmissionen der VAE verantwortlich und startete u.a. die erste arabische Mars-Raumsonde, die „*Hope Probe*“, um die Marsatmosphäre und das Marsklima zu erforschen. Die Raumfahrtbehörde der Emirate (*UAESA, United Arab Emirates Space Agency*) beauf- sichtigt und koordiniert diese Aktivitäten.

Die VAE profitieren von Standortvorteilen wie dem internationalen Flughafen in Dubai, dem weltweit größten Umschlagplatz für Flüge, sowie steuerlichen Vergünstigungen. Diese Vorteile haben den VAE bereits einen bedeutenden Stand in der Luftfahrtin- dustrie verschafft und dienen als vielversprechende Plattform für weiteres Entwicklungspotential in der Raumfahrt.

Neben den laufenden Missionen verfolgen die VAE ehrgeizige Projekte wie die Entwicklung eines Space- Tech-Inkubators, die erwähnte Marsmission und die Entwicklung eines Mond-Rovers, der bereits zum Versuch einer Landung auf dem Erdtrabant an- setzte. Das „*Sirb*“-Projekt sieht die Entsendung einer eigenen Satellitenkonstellation ins Weltall im Jahr 2026 vor, gefolgt von der ersten Asteroiden-Mission der Emirate im März 2028. „Die Raumsonde *EMA (Emirates Mission to the Asteroid Belt)* soll zum Aste- roidengürtel zwischen Mars und Jupiter fliegen“, um weitere Erkenntnisse zu gewinnen.<sup>82</sup>

# Fazit: Paradigmenwechsel in der Raumfahrt

Nachdem in den 1990er Jahren noch mehrere Unternehmen und Initiativen im Weltraumsektor scheiterten, hat sich das Bild inzwischen deutlich gewandelt. Speziell die massiven Investitionen in innovative Weltraumtechnologie, getrieben von finanzstarken Unternehmern wie *Elon Musk* und *Jeff Bezos*, haben das Thema „Weltraumwirtschaft“ zuletzt in eine völlig neue Sphäre gehoben.

- ▶ Speziell die Aussicht auf den Aufbau **globaler Kommunikationsnetze** sowie die einfache Verfügbarkeit **hochpräziser Mess- und Überwachungsdaten** aus dem Weltall – nutzbar für viele bestehende und zahllose neue Anwendungen – treiben die Entwicklung der Weltraumwirtschaft in den letzten Jahren sehr dynamisch voran.<sup>83</sup>
- ▶ Hinzu kommt der zunehmend intensive **geopolitische Wettbewerb**, speziell zwischen den Großmächten USA und China, der auch im Weltall einen beschleunigten Wettlauf um Dominanz auslöst und **zahllose neue Weltraumprojekte** nach sich zieht.<sup>84</sup>

Mit Blick auf den Weltraum und dessen mögliche Nutzung sind damit (erstmalig seit langem) die Voraussetzungen für einen **echten Paradigmenwechsel** gegeben, der zukünftig sehr dynamische Entwicklungen und starkes Wachstum – zumindest in bestimmten Sektoren – nach sich ziehen wird.

- ▶ Die wachsende Bedeutung des Weltraums als „*new frontier*“ manifestiert sich bereits in verschiedenen Bereichen – seine Potentiale werden in den kommenden Jahren eine bedeutende wirtschaftliche und gesellschaftliche Rolle spielen.



*In den nächsten paar Monaten und Jahren werden wir definitiv ein bisschen die Geschichte umschreiben.*

*Makenzie Lystrup, NASA-Managerin,  
zitiert nach: ZDFheute (2023, NASA)<sup>85</sup>*



Obwohl der Schwerpunkt derzeit auf weltraumgestützten Lösungen in **Telekommunikation, Navigation, Erd- und Wetterbeobachtung** liegt, werden die kommenden Jahre neue Anwendungen wie **weltraumgestützte Solarenergie, industrielle Produktion im All** und die kommerzielle **Erschließung von Mondressourcen** hervorbringen.

Zukünftige Technologien, von Robotik über Kamera- und Sensortechnik bis hin zu Radar und Lidar, versprechen spannende Entwicklungen. Dabei steht die Entwicklung neuer Produkte und Materialien unter den Bedingungen der **Mikrogravitation**, des vollständigen **Vakuums** und **extremer Temperaturen** im Fokus, wie etwa verbesserte Signalübertragung durch Fluoridglasfasern, hocheffiziente Galliumarsenid-Halbleiter und der 3D-Druck menschlicher Organe.<sup>86</sup> Zudem reduzieren **technologische Fortschritte** zunehmend die Kosten von Satellitenkonstellationen.<sup>87</sup>

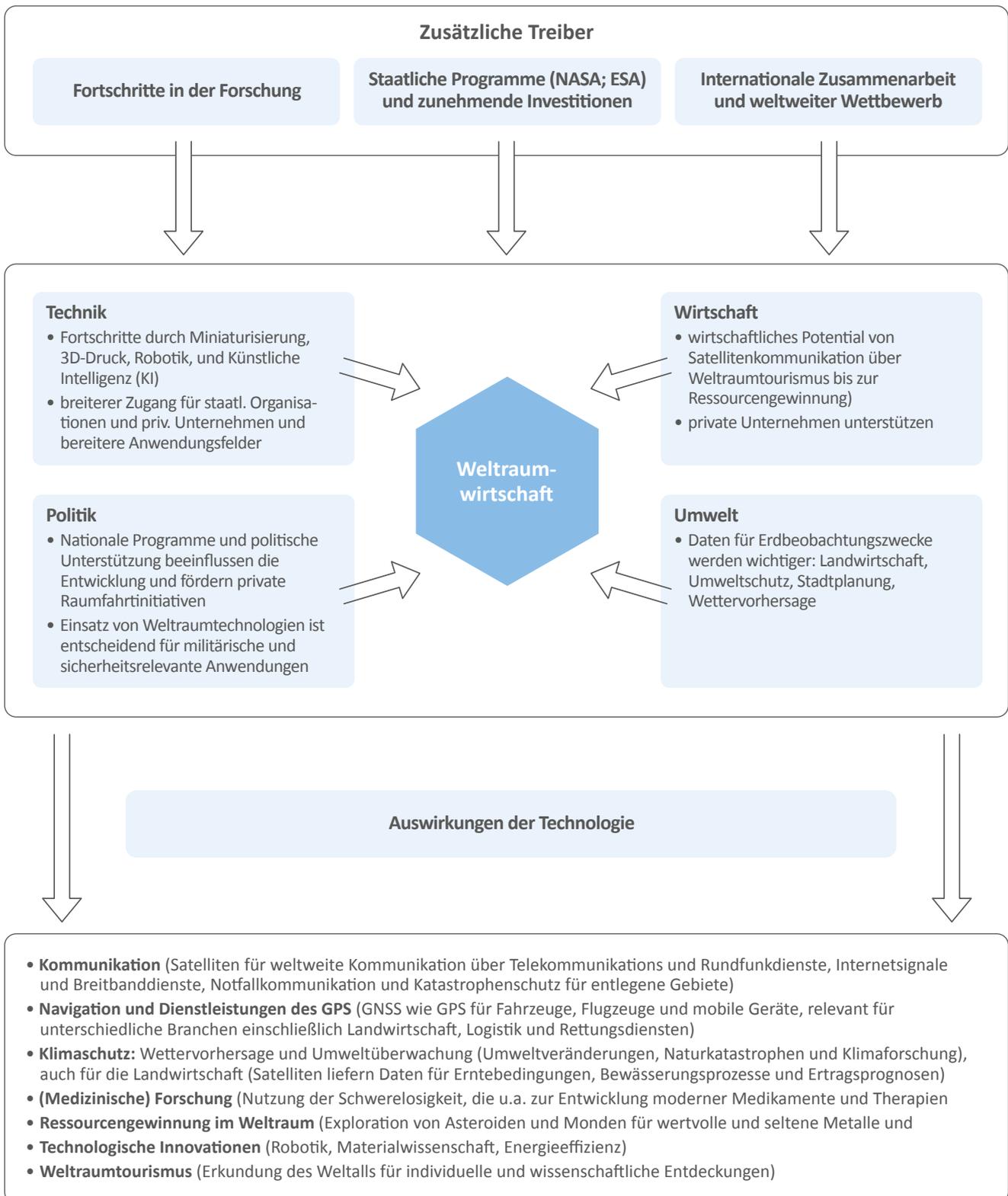
*Hier geht's zur Analyse, die eine umfassende Betrachtung zum Thema 3D-Druck liefert. Auch der Druck menschlicher Organe ist darin berücksichtigt. „3D-Druck und Additive Fertigung: Unterschätztes Potential zur Transformation wichtiger Zukunftstrends“.*



Im 21. Jahrhundert, in Zeiten von höchster globaler Konnektivität und „*Real-Time*“-Informationsverarbeitung, wird die zunehmende Bedeutung der Weltraumtechnologie immer stärker deutlich (vgl. Abb 11, S. 22).

- ▶ Unternehmen und Unternehmer, die sich nicht mit den Potentialen des „*New Space*“ auseinandersetzen, laufen Gefahr, bei zukunftsweisenden Technologien auf der Erde ins Hintertreffen zu geraten. *New Space* ist vielfach der Schlüssel für eine industrielle Zukunft.<sup>88</sup>

Abb. 11: Zusammenwirken der Treiber hinter der Weltraumwirtschaft und deren Auswirkungen



Quelle: FERI Cognitive Finance Institute, 2024

Die USA und China sehen die Raumfahrt bereits als eine kritische „Enabling Technology“, die zu einem völlig neuen „Wirtschaftsraum“ führt, den man frühzeitig bewirtschaften und absichern sollte. Ganz in diesem Sinne bemerkt der renommierte Experte Marshall:<sup>89</sup>



*Space is already central to our lives on Earth, from communication and military strategy to international relations. Now, it is becoming the latest arena for human exploration, exploitation – and, possibly, conquest. With China, the USA and Russia leading the way, we’re heading up and out, and we’re taking our power struggles with us.*

Marshall (2023, Future)



Um in Europa nicht den Anschluss zu verpassen, müssen dort staatliche Institutionen und Investoren stärker zusammenarbeiten und Synergien schaffen.<sup>90</sup> Auch in und für Deutschland, einer Nation, deren Industrie stark von Daten abhängig ist, die maßgeblich von Satelliten generiert und übermittelt werden (Stichworte: Autonomes Fahren, Smart Farming, Industrie 4.0), gibt es viel Potential zur aktiven Mitgestaltung von Weltraumlösungen, um Wachstumskräfte zu stärken, Infrastruktur neu auszurichten und die Energie- wende zu beschleunigen.<sup>91</sup>

Zu den **Herausforderungen** gehören neben einem mangelnden Verständnis für die Bedeutung der Weltraumwirtschaft auch die unzureichende Entwicklung branchenspezifischer Lösungen sowie Zweifel an den politischen Ambitionen einiger Länder.<sup>92</sup> Zusätzlich bestehen technologische und finanzielle Risiken, wie die Herausforderung, ausreichend finanzielle Mittel zu beschaffen. Eine Regulierung der Raumfahrtindustrie ist ebenfalls wichtig, um einen verantwortungsvollen und nachhaltigen Betrieb sicherzustellen, indem Vorschriften für Satellitenstarts, das Management von Weltraumabfall und Weltraumverkehr entwickelt und verbessert werden.<sup>93</sup>

*Aus all diesen Punkten folgt:*

Die Weltraumwirtschaft bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten für Unternehmen, innovative Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln und zu vermarkten: von Satellitenkommunikation über Erdbeobachtung bis hin zu Weltraumtourismus und Ressourcengewinnung. Mit zunehmender Kommerzialisierung des Weltraums eröffnen sich attraktive Chancen für Unternehmer und Investoren, um an diesem spannenden und dynamischen Markt zu partizipieren, denn:

► **Das zukünftige Potential des „New Space“ ist enorm.**

Die Transformation der Weltraumwirtschaft wird durch langfristige Trends vorangetrieben, die den Status quo in Richtung neuer Geschäftsmodelle, Wertschöpfungsketten und Wettbewerbslandschaften verändern werden.

► Ein neuer Wettlauf im Weltall hat begonnen. Zeit, an Bord zu gehen.

## Erläuterungen:

- 1 Diese Terminologie und das zugehörige Verständnis wurde bereits vom früheren US-Präsidenten John F. Kennedy geprägt; vgl. History (2018, Frontier).
- 2 Vgl. McKinsey (2023, Space).
- 3 Vgl. Morgan Stanley (2020, Space).
- 4 Vgl. Space Capital (o.A., Invest), sowie Statista (2023, Raumfahrt).
- 5 Vgl. Kind et al. (2020, New Space).
- 6 Die NASA ist die für das zivile Raumfahrtprogramm des Landes zuständige Regierungsbehörde der USA und beteiligt sich an verschiedenen Welt-raumforschungsmissionen, wissenschaftlicher Forschung und internationaler Zusammenarbeit.
- 7 Laut Angaben des *Center for Strategic and International Studies* verursacht ein Raketenstart jetzt nur noch ein Zehntel der Kosten von vor 20 Jahren; vgl. Institutional Money (2020, Weltraumwirtschaft).
- 8 Die Tatsache, dass die russische Invasion der Ukraine im Weltraum begann, betont die existenzielle Bedeutung von Satelliten sowie weltraumge-stützten Daten und Dienstleistungen, auch im militärischen Kontext, vgl. SWP (2023, Cyber-Sicherheit) sowie Zeit (2023, Angriff). Die Risiken einer zunehmenden militärischen Nutzung des Weltraums werden vom *FERI Cognitive Finance Institute* im Rahmen einer nachfolgenden Analyse noch ausführlicher untersucht und detailliert erörtert.
- 9 Astrophysiker der *Universität Stanford* „blicken“ 2021 erstmalig hinter ein Schwarzes Loch. Mit Satellitenteleskopen und Röntgenstrahlen fanden sie heraus, dass Lichtstrahlen hinter einem Schwarzen Loch stecken, vgl. Nature (2021, Black Hole).
- 10 Vgl. Welt (2023, Testflug) sowie Handelsblatt (2024, Starship).
- 11 Vgl. Spiegel (2024, Mondlandemission).
- 12 Vgl. Tagesschau (2023, Mond).
- 13 Vgl. Ntv (2024, Mondlandung).
- 14 Vgl. Ntv (2024, Verstummt).
- 15 Vgl. Euronews (2024, Mond-Missionen), die *CLPS*-Initiative dient dazu, die Präsenz der USA im Weltraum auszubauen und als Vorbereitung einer weiteren Landung von Menschen auf dem Mond sowie als Zwischenstation für zukünftige Flüge zum Mars zu agieren. Auch wenn die Mission nach fünf Tagen abgebrochen werden musste, aufgrund einer Versorgungsnot des letzten beleuchteten Solarpanels, gilt die Mission als Meilenstein. Es ist die erste unbemannte US-Mondlandung seit Ende des „Apollo“-Programms vor mehr als 50 Jahren.
- 16 Vgl. SWR Wissen (2024, Mondlandung).
- 17 Vgl. Euronews (2023, Chandrayaan).
- 18 Vgl. Handelsblatt (2024, Gaganyaan).
- 19 Vgl. Euronews (2023, Chandrayaan).
- 20 Vgl. MDR Wissen (2024, Slim-Mission). Die am 20. Januar 2024 auf dem Mond gelandete Sonde *SLIM* konnte nach anfänglichen Energieversor-gungsproblemen doch noch in Betrieb gehen, vgl. Tagesschau (2024, SLIM).
- 21 Vgl. SWR Wissen (2024, Mondlandung).
- 22 Vgl. dazu etwa: Spektrum (2018, Mondpläne); DW (2021, Mondstation).
- 23 Vgl. dazu ausführlich: Marshall (2023, Geography), S. 115-188. Dabei geht es vorrangig um geostrategisch-militärische Aspekte, aber auch um die aktive Nutzung vielversprechender ökonomischer Chancen.
- 24 Vgl. Business Insider (2023, Ressourcen).
- 25 Vgl. DailyMail (2023, Quadrillion).
- 26 Vgl. Business Insider (2023, Ressourcen).
- 27 Vgl. Business Insider (2023, Ressourcen).
- 28 Vgl. Business Insider (2023, Ressourcen).
- 29 Vgl. ESA (2024, ISS).
- 30 Vgl. Planet Wissen (2019, Raumstationen).
- 31 Vgl. Science.lu (2021, NASA), sowie Root-Nation (2023, Raumstation).
- 32 Vgl. Root-Nation (2023, Raumstation).
- 33 Vgl. NASA (2024, Orbital Reef), die Tests umfassten konkret die Kontrolle von Verunreinigungen in der Luft, die Oxidation von Wasserverunreinigun-gen, die Rückgewinnung von Urinwasser und weitere Bestrebungen zur Lagerung von Wasser.
- 34 Vgl. Ntv (2024, Mond).
- 35 Vgl. Porsche Consulting (2021, Space).
- 36 Vgl. MDR (o.A., Sputnik).
- 37 Vgl. Golem (2023, SpaceX).
- 38 Vgl. Spektrum (2020, Raumfahrt). Auch auf dem *World Economic Forum* 2024 hatte das Thema Weltraum sehr hohe Relevanz, insbesondere im Kontext von künstlicher Intelligenz, vgl. AI House Davos (2024, AI Space).
- 39 Vgl. Kind et al. (2020, New Space).
- 40 Vgl. Starwalk (2024, Starlink).
- 41 Vgl. Morgan Stanley (2020, Space Economy). In diesem Bereich ist auch das von *Elon Musk* aufgebaute *Starlink*-Netzwerk aktiv, das satellitenge-stütztes Hochgeschwindigkeits-Internet weltweit anbietet.
- 42 Vgl. Harvard Business Manager (2023, AI).
- 43 Vgl. Statista (2023, Sputnik).
- 44 Vgl. Morgan Stanley (2020, Space).
- 45 Vgl. Morgan Stanley (2020, Space).
- 46 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt).

- 47 Vgl. Institutional Money (2022, Weltraumwirtschaft).
- 48 Vgl. WEF (2023, Space in Agriculture).
- 49 Vgl. Produktion (2023, Marktpotential).
- 50 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt).
- 51 Vgl. WEF (2023, Space in Agriculture).
- 52 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt).
- 53 Vgl. hierzu bspw. Forschungsprojekte der *Universität Magdeburg* zu den Effekten von Schwerelosigkeit auf Tumorzellen und Wundheilung, vgl. OVGU (2023, Krebsforschung).
- 54 Vgl. Ford et al. (2009, Predict).
- 55 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt).
- 56 Vgl. dazu bereits grundsätzlich die Analyse des *FERI Cognitive Finance Institute* aus dem Jahr 2021 zum Thema: Urban Air Mobility, vgl. Richter (2021, Flugdrohnen).
- 57 Vgl. VDI (2024, Mobilität).
- 58 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt).
- 59 Vgl. Ingenieur (2024, Solarenergie) sowie NZZ (2023, Solarkraftwerk).
- 60 Vgl. Ingenieur (2024, Solarenergie).
- 61 In den nächsten Monaten wird das *FERI Cognitive Finance Institute* hierzu noch eine detailliertere Analyse veröffentlichen.
- 62 Vgl. Handelsblatt (2024, Weltraumpläne).
- 63 Vgl. Ntv (2024, Atom-Weltraumwaffe).
- 64 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt).
- 65 Vgl. DW (2020, Ära).
- 66 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt) sowie MDR Wissen (2023, VAE).
- 67 Vgl. Euronews (2024, Mond-Missionen).
- 68 Vgl. Welt (2022, Weltraummissionen).
- 69 Vgl. Frankfurter Rundschau (2023, 3D-Druck).
- 70 Vgl. Welt (2022, Weltraummissionen).
- 71 Vgl. Golem (2024, Überwachungssystem).
- 72 Vgl. Golem (2024, Überwachungssystem).
- 73 Vgl. zu diesem Hintergrund ausführlich bereits die umfassende Studie des *FERI Cognitive Finance Institute*, Rapp (2023, China).
- 74 Vgl. zu Europa: Bruegel (2023, SpaceX). Bezogen auf das BIP investieren die USA viermal mehr in den Raumfahrtsektor als Deutschland, vgl. Roland Berger (2020, Space).
- 75 Business Insider (2023, SpaceX-Konkurrent).
- 76 Vgl. HTGF (2023, New Space).
- 77 Vgl. Zeit (2023, ESA).
- 78 Die Bedeutung von Zukunfts- und Trendanalysen unterstreicht auch das *DLR* mit seinem eigenen Foresight und Trendanalysen, die klassische und KI-basierte Methoden für die Analyse von Zukunftsthemen, Technologien und Trends kombinieren und dabei auf die Teilbereiche: Technologie, Wirtschaft, Politik, Gesellschaft und Ökologie setzen, analog dem Ansatz des *FERI Cognitive Finance Institute*, vgl. DLR (2024, Zukunftsthemen).
- 79 Vgl. OHB (2018, Förderung).
- 80 Vgl. Vodafone (2023, Fachmesse).
- 81 Vgl. Kind et al. (2020, New Space).
- 82 Vgl. MDR Wissen (2023, VAE).
- 83 Vgl. dazu bereits ausführlich die vorherigen Ausführungen.
- 84 Vgl. dazu bereits ausführlich die vorherigen Ausführungen.
- 85 Vgl. ZDF heute (2023, Nasa).
- 86 Vgl. Manager Magazin (2023, Strategie).
- 87 Studien zeigen bereits, mithilfe von Infrarotbildern von Satelliten, dass die Kombination von Satellitenbildern und maschinellem Lernen eine genaue Verfolgung wirtschaftlicher Aktivitäten ermöglicht, vgl. EZB (2024, Satellites).
- 88 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt).
- 89 Marshall (2023, Future).
- 90 Vgl. HTGF (2023, New Space). Analog auch bereits die Schlussfolgerungen einer vorherigen Studie des *FERI Cognitive Finance Institute* zur Zukunftsperspektive Europas, vgl. Küsters et al. (2023, Europa).
- 91 Vgl. Roland Berger (2023, Weltraumbeflügelt).
- 92 Vgl. Porsche Consulting (2020, Space).
- 93 Vgl. HTGF (2023, New Space).

## Literaturverzeichnis

### Bücher und Publikationen

- Europäische Kommission** (2023, Infografik): Die EU im Weltraum, veröffentlicht 2023, <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/eu-in-space/>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.
- EZB** (2024, Satellites): Satellites Turn "Concrete": Tracking Cement with Satellite Data and Neural Networks, veröffentlicht Januar 2024, <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2900~8d3e38004d.en.pdf?0bba7ab4d0d4e1f515dceb4bc52388d>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.
- Ford, T. E. / Colwell, R. R. / Rose, J. B. / Morse, M. S. / Rogers, D. J. / Yates, T. L.,** (2009, Predict): Using Satellite Images of Environmental Changes to Predict Infectious Disease Outbreaks, veröffentlicht September 2023, <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2819876>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.
- Kind, S. / Jetzke, T. / Nögel, L. / Bovenschulte, M. / Ferdinand, J.-P.** (2020, New Space): New Space – neue Dynamik in der Raumfahrt, veröffentlicht vom TAB, im Oktober 2020, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.
- Küsters, A. / Reichert, G. / Vöpel, H. / Wolf, A.** (2023, Europa): Quo vadis, Europa? Am Scheideweg: Globale Herausforderungen, interne Defizite und dringende Handlungsoptionen, veröffentlicht bei FERI Cognitive Finance Institute am 27.07.2023, Kurzversion unter: <https://www.feri-institut.de/content-center/2307240719>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.
- Marshall** (2023, Future): The Future of Geography, Tim Marshall on Geopolitics. How Power and Politics in Space Will Change Our World, London, 2023.
- McKinsey** (2023, Space): Space: The Missing Element of Your Strategy, veröffentlicht 27.03.2023, <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/space-the-missing-element-of-your-strategy?cid=other-eml-dre-mip-mck&hlid=1c2218240cb542a595f9fa79ad6da399&hctky=14277167&hdpid=8e5bd432-ef7a-4e35-8bb5-72ecb2847802>, zuletzt abgerufen am 19.02.2024.
- Morgan Stanley** (2020, Space): Space: Investing in the Final Frontier, veröffentlicht 24.07.2020, <https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>, zuletzt abgerufen am 19.02.2024.
- Morgan Stanley** (2020, Space Economy): The Space Economy's Next Giant Leap, veröffentlicht 28.07.2020, <https://www.morganstanley.com/Themes/global-space-economy>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.
- Nature** (2021, Black Hole): Light Bending And X-Ray Echoes From Behind a Supermassive Black Hole, veröffentlicht 28.06.2021, [https://www.nature.com/articles/s41586-021-03667-0.epdf?sharing\\_token=mgITmwuvMgh05VQts6Vv2tRgN0AjWel9jnR3ZoTv00sN-1sNEgnmaBfjbQRle-R2H7E5bVJ1vZ-zo1ldJ1TJPby\\_aoZaOHO-Y2tE5ubJ8VII1C9cPBTaP2I\\_myk1rT-hS5YQhbey5aH68I-OwHKBqJF1TwdU2lhBs2viLMLTYKJh3G7k4CJ8wvKXOfiFYA6Y6uKIS6VZ-cd7B\\_x2WQ4\\_DA%3D%3D&tracking\\_referrer=www.welt.de](https://www.nature.com/articles/s41586-021-03667-0.epdf?sharing_token=mgITmwuvMgh05VQts6Vv2tRgN0AjWel9jnR3ZoTv00sN-1sNEgnmaBfjbQRle-R2H7E5bVJ1vZ-zo1ldJ1TJPby_aoZaOHO-Y2tE5ubJ8VII1C9cPBTaP2I_myk1rT-hS5YQhbey5aH68I-OwHKBqJF1TwdU2lhBs2viLMLTYKJh3G7k4CJ8wvKXOfiFYA6Y6uKIS6VZ-cd7B_x2WQ4_DA%3D%3D&tracking_referrer=www.welt.de).
- Porsche Consulting** (2023, Space): Race to Space, veröffentlicht 14.04.2023, <https://newsroom.porsche.com/de/2023/unternehmen/porsche-consulting-rennen-um-den-weltraum-31961.html>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.
- Rapp, H.-W.** (2023, China): Neue Weltordnung – „Made in China“: Chinas Attacke gegen die USA, den US-Dollar und die westliche Ordnung, veröffentlicht bei FERI Cognitive Finance Institute am 18.10.2023, Kurzversion unter: <https://www.feri-institut.de/content-center/2309251145>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.
- Richter, M.** (2021, Flugdrohnen): Urban Air Mobility – Flugdrohnen als Transportmittel der Zukunft, veröffentlicht bei FERI Cognitive Finance Institute, erschienen am 05.05.2024, Version unter: <https://www.feri-institut.de/content-center/202105052FinanceInstitute>, zuletzt abgerufen am 14.02.2024.
- Roland Berger** (2023, Weltraumbeflügelt): Weltraumbeflügeltes Deutschland, veröffentlicht 18.10.2023, <https://www.rolandberger.com/de/Insights/Publications/Weltraumbefluegtes-Deutschland.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.
- WEF** (2023, Space in Agriculture): Space Applications in Agriculture: Enhancing Food and Water Security, Improving Climate Action, veröffentlicht im April 2023, [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Space\\_Applications\\_in\\_Agriculture\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Space_Applications_in_Agriculture_2023.pdf), zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

### Zeitungen und Internetquellen

- AI House Davos** (2024, AI Space): AI\*Space, <https://www.youtube.com/watch?v=vDIQPn7wSpM>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.
- ARD** (2022, Rohstoffe): Wie man aus Asteroiden Rohstoffe gewinnen will, veröffentlicht 28.06.2022, <https://www.ardalpha.de/wissen/weltall/astronomie/space-mining-asteroid-bergbau-rohstoffe-wasser-100.html>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.
- ARD** (2021, Perseverance): Bilder der aktuellen Mars-Mission, veröffentlicht 13.09.2021, [https://www.ardalpha.de/wissen/weltall/raumfahrt/perseverance-ingenuity-mars-rover-hubschrauber-fotos-2020-weltraum-100~\\_image-15\\_-30e5c32b0c39c1c6da6c6ce0f44e6063a077ae70.html](https://www.ardalpha.de/wissen/weltall/raumfahrt/perseverance-ingenuity-mars-rover-hubschrauber-fotos-2020-weltraum-100~_image-15_-30e5c32b0c39c1c6da6c6ce0f44e6063a077ae70.html), zuletzt abgerufen am 15.03.2024.
- Börsen-Zeitung** (2021, Weltall-Investments): Weltall-Investments starten durch, veröffentlicht 08.07.2021, <https://www.boersen-zeitung.de/kapital-maerkte/weltall-investments-starten-durch-80209476-d4ce-11eb-8cff-d9cdcccc7c82>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.
- Britannica** (2024, Space Exploration): Space Exploration, veröffentlicht 14.03.2024, <https://www.britannica.com/science/space-exploration/Early-rocket-development>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.
- Bruegel** (2023, SpaceX): In Failure or Success, SpaceX Is A Wake Up Call for Europe, veröffentlicht 26.04.2023, <https://www.bruegel.org/first-glance/failure-or-success-spacex-wake-call-europe>, zuletzt abgerufen am 12.03.2024.
- Business Insider** (2023, SpaceX-Konkurrent): Münchner SpaceX-Konkurrent sammelt 40 Millionen Euro ein, veröffentlicht 01.02.2023, <https://www.businessinsider.de/gruenderszene/business/the-exploration-company-helene-huby-weltraumfluege-space-x-konkurrenz/>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.
- Business Insider** (2023, Ressourcen): Der Wettlauf um die Ressourcen auf dem Mond nimmt Fahrt auf, weil sie mehr als eine Billiarde Dollar wert sein könnten, veröffentlicht 26.08.2023, <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/international-business/der-wettlauf-um-die-ressourcen-auf-dem-mond-nimmt-fahrt-auf-weil-sie-mehr-als-eine-billiarde-dollar-wert-sein-koennten/#:~:text=Neben%20den%20seltenen%20Erden%20gibt,mit%20lukrativen%20Elementen%20beladen%20ist>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.
- DailyMail** (2023, Quadrillion): Who Will Snap Up a Piece of the Multi-QUADRILLION-Pound Moon Pie? How Earth's Biggest Conglomerates Will Soon Battle It Out To Mine Precious Water, Helium and Metals Beneath The Lunar Surface, veröffentlicht 28.08.2023, <https://www.dailymail.co.uk/science-tech/article-10879023/Who-snap-piece-multi-quadrillion-pound-moon-pie.html>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.
- Daily Sabah** (2021, Milestones): Ingenuity and Beyond: 10 Milestones in Space Exploration, veröffentlicht 07.04.2021, <https://www.dailysabah.com/life/science/ingenuity-and-beyond-10-milestones-in-space-exploration>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.
- DLR** (2024, Zukunftsthemen): Zukunftsthemen, veröffentlicht o.A., <https://www.dlr.de/de/forschung-und-transfer/innovation-und-transfer/zukunftsthemen>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.
- DW** (2020, Ära): Eine neue Ära für den bemannten US-Raumflug, veröffentlicht 29.05.2020, <https://www.dw.com/de/eine-neue-%C3%A4ra-%C3%BC-den-bemannten-us-raumflug-beginnt/a-53614521>, zuletzt abgerufen am 10.03.2024.

**DW** (2021, Mondstation): Russland und China wollen Mondstation bauen, veröffentlicht 09.03.2021, <https://www.dw.com/de/russland-und-china-wollen-mondstation-bauen/a-56819607>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**ESA** (2024, ISS): Die Internationale Raumstation im Überblick, veröffentlicht o.A., [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Germany/Die\\_Internationale\\_Raumstation\\_im\\_Ueberblick](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/Die_Internationale_Raumstation_im_Ueberblick), zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Euronews** (2024, Mond-Missionen): Wie private Mond-Missionen ein neues Zeitalter der Weltraumforschung einläuten, veröffentlicht 11.03.2024, <https://de.euronews.com/next/2024/03/11/wie-private-mond-missionen-ein-neues-zeitalter-der-weltraumforschung-einlauten>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

**Euronews** (2023, Chandrayaan): Chandrayaan-3: Was Sie über Indiens Mond-Mission wissen müssen, veröffentlicht 23.08.2023, <https://de.euronews.com/next/2023/08/23/chandrayaan-3-was-sie-uber-indiens-mond-mission-wissen-muessen>, zuletzt abgerufen am 23.08.2023.

**Frankfurter Rundschau** (2023, 3D-Druck): Rakete aus dem 3D-Drucker: Start geglückt, Erdorbit nicht erreicht, veröffentlicht 23.03.2023, <https://www.fr.de/wissen/terran-1-rakete-3d-drucker-relativity-space-start-weltraum-jungfernflug-zr-92131627.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Golem** (2024, Überwachungssystem): China plant Überwachungssystem auf dem Mond, veröffentlicht 14.03.2024, <https://www.golem.de/news/skynet-2-0-china-plant-ueberwachungssystem-auf-dem-mond-2403-183066.html>, zuletzt abgerufen am 15.03.2024.

**Golem** (2023, SpaceX): Wiederverwendbare Raketen aus China machen SpaceX Konkurrenz, veröffentlicht 08.08.2024, <https://www.golem.de/news/raketen-wiederverwendbare-raketen-aus-china-machen-spacex-konkurrenz-2308-176546.html>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Handelsblatt** (2024, Gaganyaan): Indien präsentiert Astronauten für ersten Weltraumflug, veröffentlicht 27.02.2024, <https://www.handelsblatt.com/dpa/indien-praesentiert-astronauten-fuer-ersten-weltraumflug/29677294.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Handelsblatt** (2024, Weltraumpläne): Die Front im Orbit – Warum Putins Weltraumpläne den Westen alarmieren, veröffentlicht 02.03.2024, <https://www.handelsblatt.com/technik/forschung-innovation/insight-innovation-die-front-im-orbit-warum-putins-weltraumplaene-den-westen-alarmieren/100018458.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Handelsblatt** (2024, Starship): „Starship“ beim Wiedereintritt in die Atmosphäre zerstört, veröffentlicht 14.03.2024, <https://www.handelsblatt.com/technik/forschung-innovation/spacex-starship-beim-wiedereintritt-in-die-atmosphaere-zerstoert/100024030.html>, zuletzt abgerufen am 15.03.2024.

**Harvard Business Manager** (2023, All): Auf ins All, veröffentlicht 20.01.2023, <https://www.manager-magazin.de/hbm/strategie/neugeschaefte-im-all-a-2346204f-5d53-4ca8-ad57-44c10d6e07f8>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

**History** (2017, Frontier): Space: JFK's New Frontier, veröffentlicht 21.08.2024, <https://www.history.com/topics/cold-war/space-jfks-new-frontier-video>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**HTGF** (2023, New Space): Investition in New Space: Raum für neue Ideen, veröffentlicht 22.02.2023, <https://www.htgf.de/de/investition-in-new-space/>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

**Ingenieur** (2024, Solarenergie): Neue Erkenntnisse zu Solarenergie aus dem Weltraum gewonnen, veröffentlicht 19.01.2024, <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/koennen-wir-in-zukunft-solarenergie-aus-dem-weltraum-beziehen/>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Institutional Money** (2020, Weltraumwirtschaft): Die Weltraumwirtschaft hebt ab, veröffentlicht 27.06.2022, <https://www.institutional-money.com/news/maerkte/headline/die-weltraumwirtschaft-hebt-ab-216708>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Manager Magazin** (2023, Strategie): Warum Mond, Mars und Meere in die Strategie gehören, veröffentlicht 02.10.2023, <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/weltraum-und-weltmeere-riskante-neue-maerkte-dennoch-gehoren-mond-mars-und-meere-in-die-strategie-a-ce47860f-b8d0-4700-ba48-9674dd71902b>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

**MDR Wissen** (2024, Slim-Mission): Japans erfolgreiche Mondlandung – und das Ende der Slim-Mission?, veröffentlicht 30.01.2024, <https://www.mdr.de/wissen/japans-mondmission-slim-wie-geht-es-weiter-100.html#:~:text=Am%2020.,Genauigkeit%20von%20unter%20zehn%20Metern>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**MDR Wissen** (2023, VAE): Vereinigte Arabische Emirate: Was der Wüstenstaat im Weltraum will, veröffentlicht 27.12.2023, <https://www.mdr.de/wissen/dubai-airshow-dreiundzwanzig-raumfahrt-sektor-waechst-100.html>, zuletzt abgerufen am 04.04.2024.

**MDR** (o.A., Sputnik): 4. Oktober 1957: Erdsatellit Sputnik starte, veröffentlicht o.A., <https://www.mdr.de/geschichte/ddr/kalter-krieg/sputnik-start-satellit-100.html>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**NASA** (2024, Orbital Reef): NASA Sees Progress on Blue Origin's Orbital Reef Life Support System, veröffentlicht 20.03.2024, <https://www.nasa.gov/humans-in-space/commercial-space/nasa-sees-progress-on-blue-origins-orbital-reef-life-support-system/>, zuletzt abgerufen am 04.04.2024.

**Ntv** (2024, Atom-Weltraumwaffe): Was soll man von Putins Atom-Weltraumwaffe halten?, veröffentlicht 17.02.2024, <https://www.n-tv.de/wissen/Was-soll-man-von-Putins-Atom-Weltraumwaffe-halten-article24741683.html>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Ntv** (2024, Mondlandung): Erste kommerzielle Mondlandung geglückt, veröffentlicht 23.02.2024, <https://www.n-tv.de/wissen/Erste-kommerzielle-Mondlandung-geglueckt-article24757338.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Ntv** (2024, Mond): Wieso wollen jetzt alle wieder auf dem Mond landen?, veröffentlicht 23.02.2024, <https://www.n-tv.de/wissen/Wieso-wollen-jetzt-alle-wieder-auf-dem-Mond-landen-article24755624.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Ntv** (2024, Odysseus): „Odysseus“ gelingt erste US-Mondlandung seit 50 Jahren, veröffentlicht 23.02.2024, <https://www.n-tv.de/mediathek/videos/wissen/Odysseus-gelingt-erste-US-Mondlandung-seit-50-Jahren-article24757786.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Ntv** (2024, Verstummt): US-Mondlander „Odysseus“ ist verstummt, veröffentlicht 25.03.2024, <https://www.n-tv.de/wissen/US-Mondlander-Odysseus-ist-verstummt-article24828163.html>, zuletzt abgerufen am 25.03.2024.

**NZZ** (2023, Solarkraftwerk): Solarkraftwerke im Weltraum: Eine utopische Idee nimmt langsam Gestalt an, veröffentlicht 04.08.2023, <https://www.nzz.ch/wissenschaft/solarenergie-aus-dem-weltraum-ein-satellit-uebertraegt-die-energie-drahtlos-ld.1745563>, zuletzt abgerufen am 20.03.2024.

**OHB** (2018, Förderung): Warum wir mehr Förderung in der Raumfahrt brauchen, veröffentlicht 20.08.2018, <https://www.ohb.de/magazin/space-encounter-warum-wir-mehr-foerderung-in-der-raumfahrt-brauchen>, zuletzt abgerufen am 13.02.2024.

**OVGU** (2023, Krebsforschung): Krebsforschung im All, veröffentlicht 20.07.2023, [https://www.ovgu.de/Presse+\\_Medien/Pressemitteilungen/PM+2023/Juli/PM+72\\_2023-p-134326.html](https://www.ovgu.de/Presse+_Medien/Pressemitteilungen/PM+2023/Juli/PM+72_2023-p-134326.html), zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Payoff** (2022, Space Economy): Space Economy – Wachstum in unendlichen Weiten, veröffentlicht 02.06.2022, <https://www.payoff.ch/news/space-economy-wachstum-in-unendlichen-weiten>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Planet Wissen** (2019, Raumstationen): Raumstationen, veröffentlicht 16.09.2019, <https://www.planet-wissen.de/technik/weltraumforschung/raumstationen/index.html>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Produktion** (2023, Marktpotential): Künftiges Marktpotential für Weltraumanwendungen ist riesig, veröffentlicht 18.10.2023, <https://www.produktion.de/technik/zukunftstechnologien/weltraumtechnik/kuenftiges-marktpotenzial-fuer-weltraumanwendungen-ist-riesig-683.html>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

**Root-Nation** (2023, Raumstation): Nasa vergibt drei weitere Aufträge für kommerzielle Raumstationen, veröffentlicht 03.12.2023, <https://science.lu/de/nasa-vergibt-drei-weitere-auftraege-fuer-kommerzielle-raumstationen>, zuletzt abgerufen am 05.04.2024.

**Science.lu** (2023, NASA): Vast und SpaceX planen den Start der ersten kommerziellen Raumstation im Jahr 2025, veröffentlicht am 10.0.2023, <https://root-nation.com/de/ua/news-ua/it-news-ua/ua-vast-spacex-first-commercial-space-station-2025/>, zuletzt abgerufen am 05.04.2024.

**SEAC** (2023, Space): Top 8 Drivers in Space Economics, veröffentlicht 03.10.2023, <https://seac-space.com/top-8-drivers-in-space-economics/>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Space Capital** (o.A., Invest): The Space Economy, veröffentlicht o.A., <https://www.spacecapital.com/>, zuletzt abgerufen am 19.02.2024.

**Spektrum** (2018, Mondpläne): Die USA und ihre Mondpläne - flexibel bis beliebig, veröffentlicht 26.12.2018, <https://www.spektrum.de/news/lunar-gateway-ziwschenstation-auf-dem-weg-zum-mond/1615196>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Spektrum** (2020, Raumfahrt): Neue Raumfahrt im alten Europa, veröffentlicht 25.06.2020, <https://www.spektrum.de/news/raumfahrt-start-ups-wie-spacex-haben-in-europa-schlechte-karten/1745396>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Spiegel** (2024, Mondlandemission): Treibstoffleck vereitelt erste kommerzielle Mondlandemission, veröffentlicht 09.01.2024, <https://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/peregrine-treibstoffleck-vereitelt-kommerzielle-mondlandemission-a-fd830f6f-de51-4e2f-af7d-bf105820a36c>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Spiegel** (2024, Mission): Dritte private Mission zur ISS gestartet, veröffentlicht 19.01.2024, <https://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/internationale-raumstation-iss-axiom-space-mission-von-cape-canaveral-gestartet-a-e4dcc062-5bf7-46e7-bcc4-5006f248318f>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Starwalk** (2024, Starlink): Starlink-Lichterkette 2024: So finden Sie den Starlink-Satelliten heute, veröffentlicht 19.03.2024, <https://starwalk.space/de/news/spacex-starlink-satellites-night-sky-visibility-guide>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Statista** (2023, Raumfahrt): USA und China führend in der Raumfahrt 2.0, veröffentlicht 22.08.2023, <https://de.statista.com/infografik/25268/verteilung-der-investitionen-in-weltraum-startups/#:~:text=Private%20Raumfahrt&text=Space%20Capital%20zufolge%20wurden%20seit,wurden%20in%20chinesische%20Unternehmen%20investiert.>, zuletzt abgerufen am 19.02.2024.

**Statista** (2023, Sputnik): Von Sputnik bis Starlink - der Erdborbit wird immer voller, veröffentlicht 06.11.2023, <https://de.statista.com/infografik/28297/anzahl-der-nutzlasten-die-von-rocketen-ins-weltall-befoerdert-wurden/#:~:text=Satellitendaten%20und%20%2Dsignale%20liefern%20entscheidende,-Jahren%201957%20bis%202018%20zusammengerechnet>, zuletzt abgerufen am 25.03.2024.

**SWP** (2023, Cyber-Sicherheit): Cyber-Sicherheit im Weltraum veröffentlicht 27.01.2023, <https://www.swp-berlin.org/publikation/cyber-sicherheit-im-weltraum>, zuletzt abgerufen am 18.03.2024.

**SWR Wissen** (2024, Mondlandung): Erste erfolgreiche Mondlandung einer privaten Sonde, veröffentlicht 26.02.2024, <https://www.swr.de/wissen/nasa-sonde-startet-richtung-mond-104.html>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

**Tagesschau** (2024, SLIM): „SLIM“ erwacht zu neuem Leben, veröffentlicht 29.01.2024, <https://www.tagesschau.de/wissen/forschung/raumsonde-japan-mond-100.html>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

**Tagesschau** (2023, Russland): Russland und USA setzen gemeinsame Flüge zur ISS fort, veröffentlicht 28.12.2023, <https://www.tagesschau.de/ausland/asien/iss-usa-russland-nasa-100.html>, zuletzt abgerufen am 15.03.2024.

**Tagesschau** (2023, Mond): „Luna-25“ auf dem Mond abgestürzt, veröffentlicht 20.08.2024, <https://www.tagesschau.de/ausland/asien/russland-raumsonde-100.html>, zuletzt abgerufen am 15.03.2024.

**VDI** (2024, Mobilität): Mobilität der Zukunft: die Rolle der Raumfahrt für das autonome Fahren, veröffentlicht Januar 2024, <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/mobilitaet-der-zukunft-die-rolle-der-raumfahrt-fuer-das-autonome-fahren>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Vennngage** (o.A., Meilensteine): Die Geschichte der Weltraumforschung: Meilensteine und Errungenschaften, veröffentlicht o.A., <https://de.venngage.com/templates/infographics/the-history-of-space-exploration-milestones-and-achievements-578b2dca-e583-4a1b-80f5-9694b5892714>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Vodafone** (2023, Fachmesse): Fachmesse Space Tech: Wettbewerb in der Raumfahrt nimmt zu, veröffentlicht 14.11.2023, <https://live.vodafone.de/regional/niedersachsenbremen/fachmesse-space-tech-wettbewerb-in-der-raumfahrt-nimmt-zu/12364133>, zuletzt abgerufen am 19.02.2024.

**WDR1** (2011, Weltraumtourist): Landung von Weltraumtourist Dennis Tito, veröffentlicht 06.05.2011, <https://www1.wdr.de/stichtag/stichtag5396.html>, zuletzt abgerufen am 19.03.2024.

**Welt** (2021, Weltall-Ereignisse): Das waren die 10 abgefahrensten Weltall-Ereignisse des Jahres, veröffentlicht 28.12.2021, <https://www.welt.de/kmpkt/article235792322/Weltall-Das-waren-die-zehn-abgefahrensten-Ereignisse-Entdeckungen-in-2021.html>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

**Welt** (2022, Weltraummissionen): Das sind die Weltraummissionen 2023, veröffentlicht 28.12.2022, <https://www.welt.de/wissenschaft/article242920755/Raumfahrt-Das-sind-die-Weltraummissionen-in-2023.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Welt** (2023, Testflug): Größte Rakete der Welt explodiert beim zweiten Testflug, veröffentlicht 18.11.2023, <https://www.welt.de/wissenschaft/welt-raum/article248604628/SpaceX-Starship-Groesste-Rakete-der-Welt-explodiert-beim-zweiten-Testflug.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**Welt** (2024, Amerika): Amerikas großes Problem mit dem Mond, veröffentlicht 16.01.2024, <https://www.welt.de/wirtschaft/article249495178/Artemis-Amerikas-grosses-Problem-mit-dem-Mond.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2024.

**ZDF heute** (2023, NASA): Wasser und Kohlenstoff auf Asteroid gefunden, veröffentlicht 12.10.2023, <https://www.zdf.de/nachrichten/wissen/asteroid-bennu-probe-wasser-kohlenstoff-100.html>, zuletzt abgerufen am 19.02.2024.

**Zeit** (2023, Angriff): Angriff im Rücken der ukrainischen Armee, veröffentlicht 23.02.2023, <https://www.zeit.de/digital/internet/2023-02/ukraine-krieg-cyberwar-hacker-viasat>, zuletzt abgerufen am 18.03.2024.

**Zeit** (2023, ESA): ESA will Europa mit Wettbewerb im All stärken, veröffentlicht 07.11.2023, <https://www.zeit.de/news/2023-11/07/esa-zeigt-erste-euclid-bilder>, zuletzt abgerufen am 13.03.2024.

## Impressum

**Herausgeber:** FERI Cognitive Finance Institute, Bad Homburg

**Autorin:** Julia Bahlmann, Projektmanagerin, FERI Cognitive Finance Institute

**Veröffentlichung:** April 2024

*„Space is finally getting the attention it deserves, rising in political and societal relevance as a practical solution to the real challenges of today and tomorrow. Have you ever thought about how European space missions can help to shape the safer, greener, more sustainable and more efficient society of the future that you envision?“*

*Josef Aschbacher, Director General bei der ESA*



# Bisherige Analysen und Publikationen im FERI Cognitive Finance Institute:

## Studien:



1. Carbon Bubble und Dekarbonisierung (2017)
2. Overt Monetary Finance (OMF) (2017)
3. Die Rückkehr des Populismus (2017)
4. KI-Revolution in der Asset & Wealth Management Branche (2017)
5. Zukunftsrisiko „Euro Break Up“ (2018)
6. Die Transformation zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft, (2018)
7. Wird China zur Hightech-Supermacht? (2018)
8. Zukunftsrisiko „Euro Break Up“, 2. aktualisierte und erweiterte Auflage (2018)
9. Risikofaktor USA (2018)
10. Impact Investing: Konzept, Spannungsfelder und Zukunftsperspektiven (2019)
11. „Modern Monetary Theory“ und „OMF“ (2019)
12. Alternative Mobilität (2019)
13. Digitalisierung – Demographie – Disparität (2020)
14. „The Great Divide“ (2020)
15. Zukunftstrend „Alternative Food“ (2020)
16. Digitalisierung – Demographie – Disparität, 2. aktualisierte und erweiterte Auflage (2020)
17. „The Great Progression“ (2021)
18. „Blockchain und Tokenisierung“ (2021)
19. „The Monetary Supercycle“ (2021)
20. Wasserstoff als Energiequelle der Zukunft (2022)
21. Sustainable Blue Economy (2022)
22. Chinas globales Powerplay (2022)
23. Quo vadis, Europa? (2023)
24. Neue Weltordnung – „Made in China“ (2023)

## Cognitive Comments:



1. Network Based Financial Markets Analysis (2017)
2. Zwischen Populismus und Geopolitik (2017)
3. „Neue Weltordnung 2.0“ (2017)
4. Kryptowährung, Cybermoney, Blockchain (2018)
5. Dekarbonisierungsstrategien für Investoren (2018)
6. Innovation in blockchain-based business models and applications in the enterprise environment (2018)
7. Künstliche Intelligenz, Quanten-Computer und Internet of Things - Die kommende Disruption der Digitalisierung (2019)
8. Quantencomputer, Internet of Things und superschnelle Kommunikationsnetze (2019)
9. Was bedeutet die CoViD19-Krise für die Zukunft? (2020)
10. Trouble Spot Taiwan – ein gefährlich unterschätztes Problem (2021)
11. Urban Air Mobility – Flugdrohnen als Transportmittel der Zukunft (2021)
12. „Longevity“: Megatrend Langlebigkeit – Die komplexen Auswirkungen und Konsequenzen steigender Lebenserwartung (2022)
13. Hightech-Metalle und Seltene Erden – Akute Rohstoff-Risiken für Europas Zukunft (2022)
14. Amerika auf dem Weg zur Autokratie – Anatomie und Perspektiven einer gespaltenen Großmacht (2022)
15. Vertical Farming – Technologische Innovation zur Umgestaltung des globalen Ernährungssystems (2023)
16. Generation Z – Potentiale der jungen Generation für globale Disruption (2023)
17. KI: The Next Level – Die transformative Wucht des Megatrends „Künstliche Intelligenz“ (2023)
18. Chinas Angriff auf den US-Dollar – Maßnahmen, Motive und mögliche Risiken für das westliche Finanzsystem (2023)
19. „Trump reloaded“ – Drohender Umbau der USA in eine Präsidentschaftsdiktatur (2024)
20. 3D-Druck und Additive Fertigung: Unterschätztes Potential zur Transformation wichtiger Zukunftstrends (2024)

# Das vorliegende Format „Cognitive Briefing“ hat ein klares Ziel:

Komplexe Themen mit potentiell weitreichenden Folgen für die Zukunft werden mit der bewährten Methodik des FERI Cognitive Finance Institute analysiert. Schnell, prägnant und übersichtlich werden wichtige Inhalte erfasst und kompetent eingeordnet. Auch dann, wenn der öffentliche Diskurs noch gar nicht begonnen hat.

Zugunsten frühzeitiger Information wird wissenschaftliche Diskussion komprimiert oder sensibel reduziert. Dennoch werden die zentralen Auslöser und Treiber hinter neuen Trends präzise analysiert. Mögliche Folgen für die Zukunft werden systematisch abgeschätzt, Wechselwirkungen mit anderen Themenfeldern klar herausgearbeitet und in kompakten Szenarien nachvollziehbar dargelegt.

Dies ermöglicht eine schnelle Durchdringung künftiger Trends und sich anbahnender Trendbrüche. Gleichzeitig wird frühzeitig der Blick auf Themen gelenkt, die in der medialen Welt (noch) nicht hinreichend adressiert werden.

Die „Cognitive Briefings“ dienen so dem Interesse von Unternehmern, Investoren und Vermögensinhabern, neue Chancen und Risiken der Zukunft so früh wie möglich wahrnehmen und objektiv einschätzen zu können. Sie bieten dadurch zusätzlichen Erkenntnisgewinn und ergänzen die ausführlichen Studien, Analysen und Publikationen des FERI Cognitive Finance Institute.

## In der Reihe der „Cognitive Briefings“ sind bislang erschienen:



1. Ressourcenverbrauch der Digital-Ökonomie (2020)
2. Globale Bifurkation oder „New Cold War“? (2020)
3. Digitaler Euro: Das Wettrennen zwischen Europäischer Zentralbank und Libra\* Association (2020)
4. Herausforderung „Deep Fake“ – Wie digitale Fälschungen die Realität zerstören (2021)
5. Geoökonomische Zeitenwende – Wie Großmachtkonflikte die Weltwirtschaft zerlegen (2022)
6. Brennpunkt Taiwan – Zunehmende Eskalationsrisiken um Taiwan (2023)
7. CRISPR/Cas – Molekulare Genschere revolutioniert Biotechnologie und Medizin (2023)
8. „New Space“ – Das Weltall als Wirtschaftsraum der Zukunft (2024)



FERI AG | FERI Cognitive Finance Institute  
Das strategische Forschungszentrum  
der FERI Gruppe  
Haus am Park  
Rathausplatz 8 – 10  
61348 Bad Homburg v.d.H.  
Tel. +49 (0)6172 916-3631  
[info@feri-institut.de](mailto:info@feri-institut.de)  
[www.feri-institut.de](http://www.feri-institut.de)



Rechtliche Hinweise: Alle Angaben und Quellen werden sorgfältig recherchiert. Für Vollständigkeit und Richtigkeit der dargestellten Information wird keine Gewähr übernommen. Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Jede weitere Verwendung, insbesondere der gesamte oder auszugsweise Nachdruck oder die nicht nur private Weitergabe an Dritte, ist nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung von FERI gestattet. Die nicht autorisierte Einstellung auf öffentlichen Internetseiten, Portalen oder anderen sozialen Medien ist ebenfalls untersagt und kann rechtliche Konsequenzen nach sich ziehen. Die angeführten Meinungen sind aktuelle Meinungen, mit Stand des in diesen Unterlagen aufgeführten Datums. FERI AG, Stand 2024

