

Hochschule Magdeburg-Stendal  
Fachbereich Kommunikation und Medien

Kommentierte Übersetzung des NASA-Berichtes „Pioneering Space:  
NASA’s Next Steps on the Path to Mars“ vom Englischen ins Deutsche

Bachelor-Arbeit

(WS 2014/2015)

vorgelegt von

Manuel Richter

Matrikel-Nr.: 20102860

Erstgutachter: Herr Prof. Dr. Carlos Melches

Zweitgutachter: Herr Herbert Karl Mathé

Magdeburg, 28.04.2015

## **Gliederung**

1. Einleitung.....	1
2. Textanalyse von „Pioneering Space: NASA’s Next Steps on the Path to Mars“ nach Christiane Nord .....	2
2.1 Textexterne Faktoren.....	2
2.1.1 Senderpragmatik.....	2
2.1.2 Senderintention.....	3
2.1.3 Empfängerpragmatik .....	3
2.1.4 Medium/Kanal .....	4
2.1.5 Ortspragmatik .....	5
2.1.6 Zeitpragmatik .....	5
2.1.7 Kommunikationsanlass .....	6
2.1.8 Textfunktion .....	7
2.2 Textinterne Faktoren .....	7
2.2.1 Textthematik.....	7
2.2.2 Textinhalt.....	10
2.2.3 Präsuppositionen .....	11
2.2.4 Aufbau und Gliederung .....	12
2.2.5 Nonverbale Textelemente.....	13
2.2.6 Lexik.....	14
2.2.7 Syntax .....	15
2.2.8 Suprasegmentale Merkmale .....	16
3. Übersetzung .....	18
4. Ausgangstext .....	38
5. Literaturverzeichnis .....	56
6. Eidesstattliche Erklärung .....	57

## Abkürzungen:

Abkürzungen, die im NASA-Bericht und in der Übersetzung vorkommen.

Advanced Exploration Systems	AES
Announcement of Opportunities	AO
Asteroid Redirect Mission	ARM
Distant Retrograde Orbit	DRO
Environmental Control and Life Support System	ECLSS
Exploration Flight Test	EFT
Extravehicular Activities	EVA
Deep space habilitation capability	hab
Global Exploration Roadmap	GER
HEO Mission Directorates	HEOMD
Hypersonic Inflatable Atmospheric Decelerators	HIAD
In-Situ Resource Utilization	ISRU
International Space Station	ISS
Low Density Supersonic Decelerators	LDSD
Low Earth Orbit	LEO
Planetary Science Division	PSD
Regolith and Environment Science and Oxygen and Lunar Volatile Extraction	RESOLVE
Solar electric propulsion	SEP
Solar System Exploration Institute	SSERVI
Space Launch System	SLS
Space Technology Mission Directorate	STMD
Technology Readiness Level	TRL

## 1. Einleitung

In meiner Bachelorarbeit befasse ich mich mit der kommentierten Übersetzung, d. h. eine Textanalyse und die eigentliche Übersetzung, des NASA-Berichtes „Pioneering Space: NASA’s Next Steps on the Path to Mars“ vom Englischen ins Deutsche. Bei der Textanalyse werde ich mich nach dem Analysemodell von Christiane Nord richten, die ihren Ansatz grob nach den sog. textexternen und textinternen Faktoren aufteilt. Eines der Besonderheiten, neben dem hohen fachsprachlichen Textniveau, im Bericht werden die diversen Abkürzungen, Abteilungsnamen innerhalb der NASA-Organisation und Terminologie darstellen, die z. T wahrscheinlich von der NASA selber kreiert worden sind und deshalb die Suche nach einer deutschen Äquivalente erschweren wird. Da

darüber hinaus die Weltraumscene und Berichte hauptsächlich in englischer Sprache stattfinden (wie z. B. die englischen News auf der deutschen Version der ESA-Webseite), muss ein Kompromiss gefunden werden, um „eingeeenglishte“ Wörter so im Text einzubringen, dass der Textfluss nicht übertrieben gestört wird. Bei meiner Übersetzung wird von davon ausgegangen, dass die deutsche Zielgruppe Fachinteressierte sind, die z. B. in diesem Berufsfeld tätig sind oder über ein gewisses Fachwissen verfügen. Eine weitere wichtige Anmerkung ist, dass sich die Seitenanzahlen in Klammern, die im Analyseteil zu den jeweiligen externen und internen Textfaktoren auftauchen, auf das Originaldokument beziehen und nicht auf den Punkt „4. Ausgangstext“.

## **2. Textanalyse von „Pioneering Space: NASA’s Next Steps on the Path to Mars“ nach Christiane Nord**

### **2.1 Textexterne Faktoren**

#### **2.1.1 Senderpragmatik**

Zur Senderpragmatik zählt an erster Stelle die Unterscheidung zwischen Sender und Textproduzent, da je nach Medium, indem der Text erscheint, die beiden Einheiten unterschiedlich sein können wie z. B. bei einer Zeitung. Dort ist der Sender der Verlag, doch die Journalisten die Textproduzenten (Nord 2009:46). Je nach Textsorte kann es vorkommen, dass weder Textproduzent noch Sender oder nur einer von Beiden angegeben ist. Hier gilt es die Information aus dem Textumfeld zu schließen (Nord 2009:47). Und bei der Recherche nach dem Sender zählen besonders die sog. Senderdaten. Darunter fallen generell Hintergrundinformationen, die u. a. bei den textinternen Faktoren weiterhelfen können.

Wenn man sich den NASA-Bericht näher anschaut, fällt einem auf, dass zum Textproduzenten keine Angaben gemacht wurden. Der Text selber wird auf der offiziellen NASA-Webseite veröffentlicht (NASA [2015]: NASA Reports and Transcripts. <http://www.nasa.gov/news/reports/index.html#.VLfB33uH9x4>), sodass sich erschließen lässt, dass die NASA automatisch der Sender ist. Damit steht aber noch

nicht fest, ob und welche Abteilung ihn verfasst hat. Und gemäß Nord (2009:46) kann die fehlende Angabe auch einfach ein Anzeichen dafür sein, dass der Textproduzent als Person keine Rolle spielt. Mit ein wenig Recherche stößt man jedoch z. B. auf die Webseite spaceref.com (B. Charlie [2014]: Pioneering Space: The Next Steps on the Path to Mars. <http://spaceref.com/news/viewstr.html?pid=45753>), die als möglichen Textproduzenten das „Human Exploration and Operations Mission Directorate (HEOMD)“ angibt. Die NASA ist die führende amerikanische Bundesbehörde für Raumfahrt und Flugwissenschaft im zivilen Bereich mit der Vision „neue Höhen zu erreichen und das Unbekannte zu offenbaren, sodass das was wir machen und lernen der Menschheit nützen wird.“ (NASA [2015]: About NASA. <http://www.nasa.gov/about/index.html>). Mit bekannten und bedeutenden Missionen wie die Mondlandung und die Raumstation besitzt die NASA als Sender hiermit Wissen aus erster Hand.

### **2.1.2 Senderintention**

Bei der Frage nach der Senderintention geht es hauptsächlich um „Was will der Sender mit dem Text bewirken?“ (Nord 2009:51). Jedoch unterscheidet Nord hier auch zwischen Intention, Textfunktion und Wirkung. Die intendierte Textfunktion des Senders soll so auf den Empfänger wirken, dass dieser dieselbe Funktion „mitemleben“ kann.

Da es sich bei dem NASA-Text um die Textsorte Bericht handelt, lässt sich darauf schließen, dass eine Informationsabsicht vorliegt. Wie bei der Senderpragmatik bereits erwähnt, wird der Bericht von der NASA selber bereitgestellt und setzt dadurch ein hohes Fachwissen des Senders voraus. Somit intendiert der Sender – die NASA – mit diesem Bericht Informationen über die nächsten Schritte zur Marsreise zu liefern. Dies würde sich dementsprechend auch auf die textinternen Faktoren wie z. B. Thematik und Lexik auswirken. Und abhängig von den textinternen Faktoren zeigt sich das Verhältnis zum Empfänger.

### **2.1.3 Empfängerpragmatik**

Gemäß Nord wird der Empfänger des Textes als wichtiger, wenn nicht sogar wichtigster Faktor betrachtet und kann sowohl textsortenabhängig, als auch unabhängig davon sein (Nord 2009:55-56). Dabei wird generell zwischen Ausgangstext- und Zieltextempfänger

unterschieden, da beide Gruppen zu einer anderen Kultur gehören und deshalb die Übersetzungsstrategie entsprechend angepasst werden muss (wie z. B. Präsuppositionen). Zusätzlich entscheidet Nord zwischen Adressat und „okkasioneller Mithörer“ (2009:57), wobei der Adressat der intendierte Empfänger ist. Um eine passende Übersetzung anzufertigen ist es außerdem wichtig notwendige Empfängerinformationen wie z. B. Bildungsstand, Vertrautheit zur Sache, geographische Herkunft (vgl. British English vs. American English), Alter, Geschlecht usw. (Nord 2009:58)

Von außen betrachtet, lässt sich erstmal nicht viel über den intendierten Ausgangstempfhänger des NASA-Berichtes feststellen. Da der Bericht auf der offiziellen Webseite der NASA aufgeführt ist kann man aber annehmen, dass der Empfängerkreis über ein gewisses Fachwissen verfügt oder zumindest die Thematik mit Interesse folgt. Vor allem da der Bericht im News-Bereich zusammen mit anderen Berichten unter dem Unterpunkt „Reports & Transcripts“ aufgeführt ist, wird die Zielgruppe wahrscheinlich mehr als die allgemeine Öffentlichkeit sein.

#### **2.1.4 Medium/Kanal**

Bei der Analyse nach dem Medium oder Kanal dreht sich die Frage um das Transportmittel mit dem der Text zum Empfänger gebracht wird (Nord 2009:61) und als eine Art erster Schritt, ob der Text mündlich oder schriftlich übermittelt wird, da sich dies auf die Textproduktion und Rezeptionsbedingung auswirken wird. Ein weiterer bedeutender Punkt sind die Trägermedien. Gemäß Nord (2009:63) ist darunter nicht nur die „Publikationsform in Zeitung, Zeitschrift, Buch etc.“ zu verstehen, sondern auch Subklassifikationen wie Artikel im Wirtschaftsteil einer Zeitung (vgl. Thiel 1974a für Terminus), da somit die Zielgruppe innerhalb der Zeitung weiter eingegrenzt wird. Und unabhängig davon kann das Medium auch Hinweise auf die Senderintention und Anlass liefern.

Der NASA-Bericht wird schriftlich übermittelt, da er auf der NASA Webseite verlinkt ist. Jedoch ist er nicht nur mit anderen Neuigkeiten gelistet, sondern speziell in einer für Berichte erstellte Rubrik „Reports & Transcripts.“ Aus der Homepage und dem Text geht nicht hervor, ob der Bericht auch in Papierform erschienen ist, darum soll hier angenommen werden, dass er ausschließlich im PDF-Format vorliegt. Das Format ist

sowohl zum Lesen am Computer geeignet, kann aber auch, dank verschiedenen Druckeinstellungen (z. B. Druckermarken, Zuschneidemarken usw.) zum professionellen Drucken verwendet werden. Da vorerst davon auszugehen ist, dass die PDF-Datei nur auf der offiziellen NASA-Webseite verfügbar ist und eventuell auf Webseiten, die sich mit dem Thema Raumfahrt beschäftigen, verlinkt wird, bekräftigt dies die Annahme, dass zumindest ein Teil der Zielgruppe fachkundig ist, über das Thema gewissermaßen informiert ist oder Interesse hat und generell über einen höheren Wissensstand verfügt.

### **2.1.5 Ortspragmatik**

Die Ortspragmatik beschäftigt sich mit der Frage, wo der Ort der Textproduktion ist (Nord 2009:66). Das spielt besonders bei Texten eine Rolle, die in einer Ausgangsprache verfasst wurden, die über mehrere Subsprachen verfügt (britisches Englisch, amerikanisches Englisch). Außerdem empfiehlt Nord (2009:68) darauf zu achten, dass je nach Medium, es ratsam sei den Ort der Textproduktion im Text zu erwähnen.

Unter diesen Gesichtspunkten lässt sich feststellen, dass der NASA-Bericht in Amerika verfasst wurde, da dort der Senderstandort ist. Wie bereits in 2.1.1 erwähnt, wurde der Bericht laut der Webseite [spaceref.com](http://spaceref.com) (<http://spaceref.com/news/viewsr.html?pid=45753>) zudem von dem „Human Exploration and Operations Mission Directorate“ (in etwa dem Direktorat für bemannte [Weltraum]entdeckung und Einsätze) verfasst, sodass Sender und Textproduzent im selben Land sind. Somit sollte sich innerhalb des Berichtes amerikanisch-englische Spracheigenschaften in z. B. Syntax und vielleicht Vokabular feststellen lassen. Da das Direktorat direkt mit der Führung und Leitung der bemannten Einsätze beschäftigt, würden sie auch über entsprechendes Expertenwissen verfügen und es würde eine konsistente Terminologie eingehalten werden können.

### **2.1.6 Zeitpragmatik**

Wie der Begriff Zeitpragmatik schon andeuten lässt, geht es hauptsächlich um die Frage „Wann?“ Hier ist von Bedeutung wann der Ausgangstext verfasst wurde, sowie wann die Textproduktion und –Rezeption des Zieltextes (Nord 2009:72) erfolgt. Je nach Textsorten- und Gattungskonvention ergibt sich zudem auch eine andere Erwartung an

den Empfänger und Übersetzer, da z. B. eine Geschichte in altdeutscher Sprache – abhängig vom Übersetzungsauftrag – in eine moderne Version oder „historisch korrekt“ übersetzt werden kann (Nord 2009:72).

Untersucht man den NASA-Bericht grob, sieht man bereits auf der ersten Seite die Datumsangabe vom 29. Mai 2014. Dadurch dass das Datum bereits am Anfang genannt wird, erübrigt sich es die Zeitform des Textes anzupassen (vgl. z. B. Seite 5 des Berichts: „is scheduled for late 2014 [...]“ kann hier in Zukunftsform gelassen werden, da der Bericht aus der „Sicht“ von Mitte 2014 verfasst wurde). Darüber hinaus werden korrekte Zeitangaben verwendet, wenn über allgemein Vergangenes erzählt wird (Seite 1: „Today and for the last 13 years“ + present perfect, Seite 11). Da der Bericht ziemlich zeitnahe ist, kann außerdem erwartet werden, dass ein aktueller Sprachschatz verwendet wird und die entsprechenden Zeitformen konsequent eingehalten werden anstatt z. B. den Bericht als eine Art detaillierten Rückblick frisch aufzuarbeiten.

### **2.1.7 Kommunikationsanlass**

Bei dem Kommunikationsanlass ist zu unterscheiden zwischen einem Anlass, aus dem ein Text produziert, und einem Anlass, für den ein Text produziert wird (Nord 2009:74). Im ersten Fall wird auf eine mögliche Senderintention eingegangen, während im zweiten Fall auf die Erwartung an den Rezipienten des Textes gesetzt wird. Dazu kommen mögliche konventionelle Verhältnisse zu bestimmten Textsorten (Nord 2009:75), die gewissermaßen den Anlassstyp bestimmen oder mitbeeinflussen.

Der NASA-Bericht zählt als Bericht zu den Textsorten, wo der Anlass nicht leicht herauszufinden ist. Einerseits wird der Bericht sicherlich dazu intendiert sein, um den Leser über aktuelle, bereits laufende und zukünftige Vorhaben der NASA zum Thema Marserkundung zu informieren (Anlass, für den ein Text produziert wird). Somit kann der Rezipient erwarten hauptsächlich über diesen Themenbereich im Bericht zu lesen, ohne z. B. mit genauen Finanzplänen der Unterprojekte des Marsvorhabens konfrontiert zu werden. Auf der anderen Seite steht der Anlass, zu dem ein/der Bericht verfasst wurde. Während der Bericht und die Webseite der NASA keine genauen Informationen darüber liefern, könnte jedoch angenommen werden, dass es eine Berichtserstattungspflicht gibt, die die Veröffentlichung des Berichtes vorschreibt oder es für den internen Informationsfluss zur Corporate Identity gehört.

### **2.1.8 Textfunktion**

Unter dem Begriff Textfunktion definiert Nord, die kommunikative Funktion oder die Kombination aus mehreren Funktionen eines Textes in seiner konkreten Situation, wie sich aus den jeweiligen textexternen Faktoren ergibt (2009:77). Zu der von Nord genannten Textfunktion zählt Brinker (2014:102ff) grob fünf Punkte: Information, Appell, Obligation, Kontakt und Deklaration, wobei viele Texte mehrere kommunikative Funktionen vereinen können. Ähnlich erwähnt Nord auch, dass Thiel (1974b) die kommunikativen Funktionen von Sätzen als „Bitte, Frage, Versprechen (...)“ zählt und somit den von Brinker definierten Funktionen ähnlich sind.

Bei dem NASA-Bericht handelt sich in erster Linie, um die Textfunktion „Information“ (vgl. Schönke [2010]: Stichwort „Informationstexte“ auf <http://www-user.uni-bremen.de/schoenke/tlgl/tlgl.html>). Auf diese kommunikative Funktion sollen die vorherigen textexternen Faktoren hinweisen: Durch den Sender NASA, Medium (PDF und die gewissermaßen fokussierte Unterseite „Reports & Transcripts“ auf der Homepage) lassen sich rückblickend schon erste Hinweise auf zumindest die Textsorte „Bericht“ liefern. Ein weiterer von Nord erwähnter Faktor ist, wie die Übersetzung gehandhabt werden solle (dokumentarische oder instrumentelle Übersetzung [Nord 2009:80]). Wie unter der Zeitpragmatik festgestellt wurde, wurde der Bericht Mitte 2014 veröffentlicht und wahrscheinlich auch in diesem Zeitraum verfasst. Und um den Berichtscharakter beizubehalten, würde sich in diesem Fall ein dokumentarischer Ansatz anbieten, da Nord's Definition von „ausgangskulturelle Kommunikationshandlung zwischen ausgangskulturellen Kommunikationspartnern“ für eine dokumentarische Übersetzung als ziemlich zutreffend erscheinen.

## **2.2 Textinterne Faktoren**

### **2.2.1 Textthematik**

Gemäß Nord spielt die Textthematik eine bedeutende Rolle, da sie auf die Textkohärenz Einfluss ausübt. Behandelt der gesamte Ausgangstext die gleiche Thematik, kann somit z. B. auch das gleiche Vorwissen der Empfängergruppe vorausgesetzt werden. Dies spielt besonders bei Fachtexten eine Rolle, die ein notwendiges Sachwissen zum vollen Verständnis voraussetzen (Nord 2009:95). Hier muss der Übersetzer überprüfen, ob das

notwendige Sachwissen ausreichend ist oder eine gewisse Einarbeitung in die Thematik oder Recherchen zur Terminologie notwendig wären. Ein weiterer Punkt ist, dass nach Analyse der Thematik auf die Titelfunktion geschlossen werden kann, sowie eventuell schon erste Übersetzungsstrategien herausgefunden werden können. So werden z. B. Zeitungsüberschriften anders gehandhabt als Überschriften in Fachtexten oder in fiktionalen Texten. Darüber hinaus lässt sich anhand der Titelgefüge ein Einblick in das thematische Programm geben, d. h. ob es pro Untertitel sich um das gleiche Thema handelt oder dieses gewechselt wird. Laut Nord kann dies z. B. bei einer politischen Fragerunde sein, wo mehrere politische Themen angesprochen werden. Nord (2009:95) erläutert auch, dass die Textthematik Aufschluss auf die textexternen Faktoren gibt, falls diese nicht vorher in Erfahrung gebracht werden konnten, oder die externen Faktoren andererseits bestätigen oder korrigieren.

Um diese Thematik korrekt zu verstehen, sind generell drei Konzepte von Bedeutung: Der Sprachbesitz, der Horizont, und der Kontext (Nord 2009:98). Der Sprachbesitz umfasst u. a. das Vokabular und ggf. den Sprachunterschied zwischen Sender und Empfänger, um eine Aussage oder Text sprachlich zu verstehen, wohingegen der Horizont die kulturelle und individuelle Ebene abdeckt, um den Text einem Wissensgebiet zuordnen zu können. Der Kontext ordnet letztendlich den Text der passenden Situation bzw. einem richtigen Zusammenhang zu.

Im Bericht der NASA über die Pläne zur Marserkundung, lässt sich anhand der verschiedenen Textthematik-Faktoren feststellen, dass der Text aus einer großen Texteinheit besteht, die in sechs Untertiteln aufgegliedert werden, die genauer auf relevante Punkte zum Thema Marserkundung eingehen. Die Hauptüberschrift „Pioneering Space: NASA’s Next Steps on the Path to Mars“, „May 29, 2014“ dient hier als Einleitung des Berichtes.

Ab dem zweiten Absatz auf Seite 3 beginnt dann der erste Untertitel „Getting to ‚Mars Ready‘“, wo über die Zukunftsfähigkeit des Projektes geschrieben wird und wie diese stichpunktartig erzielt werden könne. Insbesondere wird auf die einzelnen Wörter der „Evolvable Mars Campaign“ eingegangen und ihre Bedeutung näher erläutert.

Der nächste Textabschnitt handelt um „Advancing From Earth Reliance to Earth Independence“. Der Abschnitt beginnt ab Seite 5 und handelt von Plänen, wie bei längeren Reisen in das All man von der Erde unabhängig leben solle aufgrund u. a. langer Transportwege zwischen Erde und Zielplanet.

Im dritten Absatz auf Seite 7 beginnt der nächste Untertitel „The Path to Mars: Into Providing Ground for Cis-lunar Space.“ Die NASA berichtet hier über kontinuierliche Ansätze, um die Reise durch den Orbit um den Mond zu testen, da diese „Überquerung“ notwendig ist, um zum Mars zu kommen und die Erforschung des Mondes wertvolle Informationen liefern könnte. Dazu zählen u. a. die Entwicklung von Technologie und Leistungsmöglichkeiten der Astronauten, um auf diesen Übungsstrecken mehrere Monate dauerhaft bestehen zu können.

Auf Seite 10 beschäftigt sich der Absatz „Building Toward Earth-Independent Exploration“ ein wenig genauer mit dem Vorhaben, die Erkundung des Planeten ohne den Einsatz von Ressourcen der Erde zu ermöglichen und den Funden auf dem Mars, die bereits erste Anhaltspunkte dafür geliefert haben.

Der vorletzte Untertitel „The Next Steps: Mission Plans for the Coming Decade“ beginnt auf der folgenden Seite und handelt von den nächsten Schritten der NASA für die nächsten 10 Jahre. In Stichpunkten wird über Untersuchungen, geplanten Missionen, Kooperationen und Ankündigungen gesprochen.

Am Ende auf Seite 13 folgt schließlich eine Zusammenfassung über das bisher Erreichte und das weitere Vorhaben um die Planung zur Marserkundung voranzubringen.

Aufgrund dieser Thematik rund um das Thema Weltall und Technologie lässt sich feststellen, dass der Text für eine Zielgruppe mit notwendigem Fachwissen konzipiert wurde. Denn selbst wenn der Sprachbesitz vorhanden ist, um den Text normal lesen zu können, werden eine Vielzahl von Fachbegriffen und Abkürzungen verwendet, die nur mit dem von Nord erwähnten Horizont (2009:86) verstanden werden können. Da der Bericht durch die Untertitel kohärent verfasst wurde, ist er mit dem vorausgesetzten Hintergrundwissen grundsätzlich von Zielleser zu verstehen, mit Ausnahme der Abkürzungen vielleicht, die bei Bedarf recherchiert werden können. Während man in

den meisten offiziellen Berichten ein Abkürzungsverzeichnis mitgeliefert bekommt, wird in diesem Fall darauf verzichtet und stattdessen die Abkürzungen entweder einmal ausgeschrieben erwähnt oder zwischen Abkürzung und ausgeschriebenem Wörtern hin- und her gewechselt.

Übersetzungsstrategien: Aufgrund der komplexen Thematik ist es von Bedeutung herauszufinden, welche Termini übersetzt werden können oder ggf. in der Ausgangssprache beibehalten werden. Besonders bei den Abkürzungen muss überprüft werden, ob es im Deutschen Bezeichnungen dafür gibt und wie der Text eventuell angepasst wird, z. B. durch den Gebrauch von Klammern, um Begriffe inkl. Abkürzung parallel zu erwähnen.

### **2.2.2 Textinhalt**

Zur Analyse des Textinhaltes wird hauptsächlich eine Inhaltsangabe oder eine Paraphrase empfohlen, um den Text auf Kohäsion, den Kohäsionsmerkmalen, die äußere und innere Situation zu untersuchen. Da bei der Paraphrase jedoch die ausgangstextspezifischen Textmerkmale verloren gehen, wird der Ansatz nicht als Ausgangspunkt für die Übersetzung angewendet (Nord 2009:99-102). Bei der inneren Situation ist gemäß Nord (2009:105) herauszufinden, ob die im Text beschriebene Situation faktisch oder fiktiv zur äußeren Situation, der Wirklichkeit, ist.

Der NASA-Bericht ist in diesem Fall nicht von der äußeren Situation abgetrennt, da er von bereits abgeschlossenen Missionen berichtet und auch in der Gegenwart andauernde Vorhaben erwähnt. Ein noch deutlicher Indikator ist die Datumsangabe „May 29, 2014“ unter der Hauptüberschrift, die das Veröffentlichungsdatum des Dokumentes angibt und anders als z. B. bei fiktiven Werken ein reelles Datum darstellt. Im zweiten Absatz der ersten Seite wird zudem die Implementierung des „NASA Authorization Act of 2010“ über die letzten vier Jahre (Over the past four years, [...]) hinweg erwähnt; ein verabschiedetes amerikanisches Gesetz. Ein anderes deutliches Anzeichen für einen faktischen Bericht ist auch am Ende der ersten Seite die Erwähnung der „International Space Station“ (ISS), ein Name der für Nicht-Fachpersonal ebenfalls bekannt sein dürfte und auch für deutsche Muttersprachler bekannter als das oben genannte Gesetz sein wird.

### 2.2.3 Präsuppositionen

Bei den von Nord genannten Präsuppositionen geht es um die sog. Situationspräsuppositionen (2009:107). Diese werden vom Sprecher implizit vorausgesetzt und werden ebenso vom Hörer als gegeben erwartet (Schmidt 1976:105). Die Informationen aus der vorausgesetzten Situation beziehen sich meistens auf konkrete Gegebenheiten, die als Realia bezeichnet werden (Nord 2009:107). Sie existieren in Form des Horizonts des Sprechers und setzen voraus, dass der Horizont des Empfängers die gleichen Präsuppositionen enthält. Gemäß Nord (2009:108) zählen außer den Gegebenheiten auch u. a. kulturelle, religiöse oder politische Besonderheiten. Es wird auch gleichzeitig vorausgesetzt, dass ein Sprecher nichts Triviales äußert und der Sprecher Situation, Vorwissen des Empfängers, sowie Relevanz der Information einigermaßen richtig einschätzt (Nord 2009:108). Um die genannten Aspekte richtig einschätzen zu können, muss daher festgestellt werden auf welche Welt sich der Ausgangstext bezieht (Nord 2009:109). Hierzu zählt u. a. die Unterscheidung zwischen fiktionalen und faktischen Texten, sowie ob der Text für die Kultur des Empfängers oder des Senders verfasst wurde. Somit ist es ggf. notwendig für die „Ausgangskultur“ triviale Informationen zu verbalisieren, damit sie der Textempfänger verstehen kann (Nord 2009:109).

Da der NASA-Bericht hauptsächlich betriebsintern orientiert ist, werden Wissen über die Thematik, Terminologie und gängige Abkürzungen zum großen Teil präsupponiert. Hierbei helfen gemäß Nord (2009:111) die anderen internen Textfaktoren wie Thematik, Inhalt, Lexik. Durch die Erwähnung des „NASA Authorization Act of 2010“ wird z. B. vorausgesetzt, dass der Leser mit diesem „Act“ vertraut ist oder zumindest sich besonders für die Thematik interessiert. Da es sich hierbei auch noch um ein amerikanisches Gesetz handelt, lässt sich daraus herleiten, dass sich der Bericht an die Ausgangstext-Empfänger richtet. Ob dieses Gesetz in einer Übersetzung spezifiziert ist, hängt dann davon ab, ob in der europäischen bzw. deutschen Raumfahrtszene der NASA-Act (eventuell unabhängig vom Herkunftsland) zum Empfängerhorizont gehört. Auf der anderen Seite wird das Weltraumforschungsziel „Mars“ nicht explizit als Präsupposition vorausgesetzt, da der Absatz „Why Mars? (...)“ dazu dient, genau diese Frage – warum der Mars und z. B. kein anderer Planet – kurz zu beantworten, auch wenn die Hauptüberschrift das Thema bereits vorgibt.

## 2.2.4 Aufbau und Gliederung

Bei der Analyse des Textaufbaus und -gliederung spielen vor allem die Makro- und Mikroebene eine Rolle, da wenn ein Text aus mehreren Teilen besteht, eventuell auch aufgrund unterschiedlicher Kommunikationsfunktion unterschiedliche Übersetzungsstrategien pro Teil angestrebt werden müssen (Nord 2009:112). Auf Makroebene ist gemäß Nord demnach zu überprüfen, ob der Text einer höher rangigen Einheit angehört. Hierzu zählen z. B. Sammelbände, Trilogien (Nord 2009:112) oder Zeitungsrubriken. Diese Struktur lässt sich anhand eines Hypersatzes erkennen, der z. B. in Form einer Überschrift auftreten kann. Eine andere wichtige Funktion bilden Titel und Überschriften, die als Metatext bezeichnet werden (Nord 2009:115) und eine kommunikative Funktion haben und/oder eine Aussage über den folgenden Textabschnitt liefern. Dies ist besonders bei Einleitung und Schluss von Bedeutung, weswegen Nord (2009:116) empfiehlt, die Teile separat zu betrachten. Auf Mikroebene wird formal nach Sätzen und innerhalb der Sätze nach Satzteilen analysiert, weshalb diese Schritte auch die Vorarbeit für die Syntax-Analyse liefern (Nord 2009:116) und erfolgen von Satzendezeichen bis Satzendezeichen.

Für den NASA-Bericht lässt sich keine höherrangige Texteinheit feststellen, da der Hyperlink zum Bericht zwar zusammen mit anderen Neuigkeiten der NASA (siehe z. B. die Rubrik „News Audio) auf der Homepage nach Jahr geordnet aufgelistet ist (NASA [2015]: <http://www.nasa.gov/news/reports/index.html#.VK5cIXuH9x4>), es aber keinen konkreten inhaltlichen Zusammenhang zwischen diesem Bericht und den anderen News gibt. Der Bericht besteht aus insgesamt sechs Titelgefügen: Einer Hauptüberschrift und fünf Untertiteln. Jeder der Titel gibt in einem Satz das Thema der folgenden Absätze wieder (siehe Punkt 2.1). Der erste Abschnitt ähnelt einer narrativen Textfunktion (Brinker 2014), da der erste Satz „Exploration and pioneering have inspired and shaped civilizations since the dawn of human history“, ein wenig an den Vorspann einer Dokumentation erinnert. Die Absätze auf Seite 2 bis zum nächsten Untertitel entsprechen hingegen mehr einer deskriptiven Funktion, da dort genauer über die Absichten und Bemühungen der NASA geschrieben wird. Der Schluss wird ähnlich wie in einem Business Report (vgl. Unilearning [2010]: Report Writing – The Structure of a Business Report) in Form eines Fazit (Summary) verfasst, in dem über die laufenden Schritte und Zukunftsplanung noch einmal kurz berichtet wird. Der Abschlussatz

beginnend mit „And like those who have (...)“ erweckt einen etwas appellativen Eindruck, um evtl. Zuversicht in das Vorhaben auszudrücken. Weiterhin ist auffällig, dass im ganzen Bericht kein Inhaltsverzeichnis vorhanden ist und kein Verfasser genannt wird. Auch auf der Homepage der NASA (siehe oben aufgeführten Link) ist bei dem Verweis zum PDF keine Angabe zur Abteilung oder zum Verfasser gemacht worden. Somit kann angenommen werden, dass dieser Bericht und vielleicht andere aufgeführte Berichte hauptsächlich für die betriebsinterne Verwendung gedacht sind und nicht, um ihn z. B. der Regierung vorzulegen. Es sei denn, zumindest die Verfasserangabe im englischen Bericht ist nicht erforderlich oder üblich.

### **2.2.5 Nonverbale Textelemente**

Unter die nonverbalen Elemente fallen generell Zeichen zur Ergänzung, Verdeutlichung oder Ersatz des Verbalisierten und sind nach Nord besonders empfängerbezogen (2009:120). In Textform können sie z. B. in Form von Interpunktion, Bildern u. ä. auftreten. Beide, verbale und nonverbale Textelemente, sind kulturspezifisch (Nord 2009:122).

Im vorliegenden NASA-Text werden nicht viele dieser Elemente verwendet. Der Bericht verfügt über keine Bilder, um z. B. das Geschriebene zu untermauern. Die auf den ersten Blick auffällig häufige Verwendung des „em dashes“ (—) wie in „As nations explore, they discover, innovate, prosper, lead—and become great“, ist in den amerikanisch-englischen Style Guides ein regulär genutztes Stilmittel und würde in einem deutschen Text per Komma abgegrenzt werden. Es werden jedoch ein paar Mal in Klammern die Webadressen zu weiterführendem Referenzmaterial angegeben (Seite 2: Verweis zum PDF der Global Exploration Roadmap), sowie mit dem Gebrauch der Anführungszeichen auf eine unübliche Wortkonstruktion hingewiesen, wie auf Seite 3 „Mars Ready“, die darüber hinaus auch zu den suprasegmentalen Merkmalen (Nord 2009:124 und 134) gehören. Es werden auch auf der ersten Seite des Berichtes Adverbien an den Satzanfang gestellt. Auch wenn dies ein normales Stilmittel der englischen Sprache darstellt, kann es hierbei zu einer Änderung der Intonation kommen, wie in dem Satz „Indeed, the pioneering exploration of Mars is already underway.“ Indem „Indeed“ an den Satzanfang gestellt wird, wird ein direkter Bezug

auf den vorhergegangenen Paragraphen bzw. den letzten Satz des Paragraphen hergestellt. Somit wurde der Text kohäsiv gemacht.

### **2.2.6 Lexik**

Laut Nord beeinflussen textexterne und textinterne Faktoren die Wortwahl in einem Text (2009:124). Dadurch können übrige interne Faktoren erschlossen werden. So wirkt sich z. B. die Thematik darauf aus, welcher Wortschatz verwendet wird und wie häufig dieser im Text vorkommt. Auch Wortbildungen, Kollokationen und der idiomatischer Gebrauch sind demzufolge textuell semantisch zu analysieren. Zudem hilft die Analyse der Lexik auch weiter, wenn die Untersuchung der textexternen Faktoren nicht erfolgreich verlief und z. B. keine ausreichenden Informationen über Textsender und/oder Textproduzent herausgefunden werden konnte. So lässt sich z. B. durch die Verwendung von Wörtern der persönlichen Meinung oder der Personalpronomen der 1. Person Singular und Plural darauf schließen, dass der Sender direkt zum Empfänger spricht und in den meisten Fällen auch der Textproduzent ist. Auf ähnliche Weise kann auch auf das Geschlecht zurückgeführt werden. Darüber hinaus spiegelt die im Text verwendete Wortwahl ebenso die externen Textfaktoren wieder, die z. B. durch Textkonventionen oder anderen Rahmenbedingungen für die Wortwahl festgelegt wurden (Nord 2009:125). Die Wortwahl gibt auch Auskunft, ob die Senderintention erfüllt wird. Ähnliches gilt für die Empfängerpragmatik, wo der Wortschatz auf die intendierte Zielgruppe grob zurückschließen lässt.

Im NASA Bericht „Pioneering Space: (...)“ wird hauptsächlich Wert auf einen gehobenen und fachterminologischen Wortschatz gelegt. Schon im ersten Textabschnitt werden mit Wörtern wie „dawn of human history“, „endeavors“, „garner national prestige“ auf ein gehobenes Sprachniveau hingewiesen, sowie mit der Redewendung „to figure prominently“ im Satz „This has been the American story thus far and NASA figures prominently in it.“ Jedoch wird der Text gleichzeitig nicht komplett sachlich gehalten. Der Autor baut mit dem Gebrauch von Possessivpronomen wie „expand our knowledge of the Earth, our solar system (...)“ auch einen persönlichen Bezug zwischen Leser und sich selbst bzw. der Organisation NASA auf. Dieser persönliche Bezug zieht sich über den gesamten Bericht, ohne aber dem objektiven Charakter eines Berichttextes zu nahe zu kommen. Untersucht man den zweiten Absatz auf Seite 2 „No

endeavor of exploration and pioneering is without risk. (...)“, lässt sich feststellen, dass der Gebrauch von „we“ und „our“ hauptsächlich auf die NASA bezieht. Somit ist der Verfasser von der NASA, sowie der Hauptempfänger des Berichtes wahrscheinlich das Personal und Management der NASA. Durch den Einsatz von Fachbegriffen wie „Space Launch System (SLS) rocket“ und „cis-lunar space destinations“ geht dann hervor, dass der Empfänger bereits Erfahrung mit der Thematik hat, da keine weitere Erklärung zu den Begriffen erfolgt oder die Begriffe in einfacheren Worten verwendet wurden. Ein weiteres Anzeichen dafür, dass hauptsächlich eine fachkundige Zielgruppe angesprochen wird, ist der häufige Gebrauch von Akronymen. Während die Mehrzahl im Bericht einmalig ausgeschrieben werden (Seite 1: Space Launch System [SLS], International Space Station [ISS], Seite 8: Asteroid Redirect Mission [ARM]), gibt es auch ein paar Akronyme, die unerklärt bleiben wie auf Seite 1 „MAVEN (...) mission“, die sich auf frühere NASA Missionen beziehen (Wikipedia [2015]. Stichwort: MAVEN). Der Autor des Berichtes verwendet mit den Wörtern „Earth Reliance“, „Earth Independence“ und den entsprechenden Adjektivformen eigene Wortgestaltungen, die vielleicht innerhalb der NASA regulär verwendet werden. Diese dienen auch als eine Art Schlüsselwörter, um auf die große Bedeutung der Unabhängigkeit von Erdressourcen im Rahmen der Marsbesiedlung- und Erkundung hinzuweisen.

### **2.2.7 Syntax**

Bei der Syntaxanalyse werden einzelne Sätze und Satzeinheiten genauer als bei der Makroanalyse untersucht. Dazu zählen u. a. Satzbau- und Komplexität (Wills 1977b), Haupt- und Nebensatzverteilung und Satzlänge (Thiel 1978). Gemäß Nord (2009:132) gilt dies sowohl für textsortenspezifische Satzstrukturen, als auch für von Autor beabsichtigte frei eingesetzte Satzbauformen. Dabei ist auch weiterhin auf kulturspezifische Merkmale zu achten, z. B. der Gebrauch des Em-Dashes in Relativsätzen im Englischen oder das G rondif im Französischen. Durch eine Syntaxanalyse können dadurch Hinweise auf Inhalt, Thematik und Aufbau des Textes erfolgen (Nord 2009:132).

Im NASA-Bericht werden, wie kurz bei den non-verbalen Textelementen erwähnt, häufig Relativsätze und Einschübe per Em-Dash eingesetzt (From a scientific

standpoint, Mars has a history, geology and climate—as well as accessibility—that makes it [...]). Dies ist ein typisches kulturspezifisches Merkmal des amerikanisch-englischen Schreibstils. Oxford Dictionaries (2015) erwähnt, dass der Em dash üblicherweise im informellen Schriftverkehr genutzt wird, wozu ein Bericht normalerweise nicht zählt. Damit lässt sich spekulieren, dass der Bericht vielleicht „nur“ für die interne Berichtserfassung intendiert ist, trotz der restlichen formellen Kriterien wie Terminologie, gehobener Schreibstil (siehe 2.2.6 Lexik). Außerdem findet man am Ende der ersten Seite mit den ersten beiden Sätzen „Explorers go with the intent (...)“ und „Pioneers go with the intent (...)“ den Gebrauch des englischen rhetorischen Mittels „Juxtaposition,“ (Poway Unified School District [2010-2011]: Glossary of Rhetorical Terms – AP English Language and Composition) da die zwei Satzglieder im Satzbau gleich angeordnet sind. Das Wort existiert zwar auch im Deutschen, jedoch trifft die Definition des Duden Online (<http://www.duden.de/rechtschreibung/Juxtaposition>) in diesem Fall nicht zu. Mit diesem Stilmittel wird die Gegensätzlichkeit der beiden Weltraumreisenden verglichen, da obwohl der Weg ins All der Gleiche ist, die Absichtserklärung eine Andere ist. In dem Text sind neben gewöhnlichen Satzgefügen (compound sentences) – wie auf Seite 1 per Komma vor dem “and” abgetrennt „The Mars Reconnaissance Orbiter and Mars Odyssey orbiter are examining the Martian surface and climate in great detail, and their imagery may one day identify the first human landing site“ –, auch über viele Partizipialphrasen, die entweder am Satzanfang (Seite 3: Guided by these principles [...]) oder am Ende der Satzkonstruktion, per Komma abgetrennt, stehen können (leveraging; Seite 3: Substantial international and commercial participation, leveraging current International Space Station partnerships). Durch die Verwendung der verschiedenen, zur Verfügung stehenden, Satzkonstruktionen bekommt der Text einen formellen Charakter und deutet voraussichtlich auch auf ein fortgeschrittenes Sprachniveau hin.

### **2.2.8 Suprasegmentale Merkmale**

Die suprasegmentalen Merkmale werden von Nord definiert als Merkmale, die „über die segmentale Einheiten der Lexik und Syntax hinaus gehen“ (2009:134). In Textform zählen zu diesen Merkmalen Hervorhebung durch Fett- und Kursivschrift, die Verwendung von Anführungszeichen, um u. a. Ironie im Text zu kennzeichnen, oder die

Informationssteuerung durch Gedankenstriche und Parenthesen (Nord 2009:134). Die Suprasegmentalen dienen dadurch als eine Art innere Klanggestaltung, wenn der Text z. B. still gelesen wird. In Zusammenhang mit der Syntax kann der Text somit vorgeben, wie das Klangbild sein kann (Nord 2009:138). Affirmative Wörter wie „natürlich, wirklich“ verändern in diesem Fall die Intonation je nachdem, ob sie am Satzanfang oder in der Satzmitte platziert sind. Dieses Merkmal zieht sich auch durch die englische Sprache, insofern die Grammatik keine genaue Wortstellung vorschreibt.

Im NASA-Bericht wird in erster Linie mit Fettdruck und im Fall der Hauptüberschrift mit der Schriftgröße gearbeitet, um zwischen Hauptüberschrift und Untertiteln zu unterscheiden und gliedern. So hat „Pioneering Space: (...)“ eine andere Schriftgröße als der Untertitel „Getting to „Mars Ready““ (Seite 3). Der Fettdruck wird darüber hinaus auch zur Hervorhebung innerhalb des Textabschnitts verwendet, besonders bei dem Schlüsselbegriff „Evolvable Mars Campaign“ (Seite 3). Bei diesem Begriff wird neben dem Fettdruck auch mit Anführungszeichen gearbeitet, da laut Text jedes der drei Wörter wichtig ist und einzeln daraufhin erklärt werden. Während der Fettdruck in dem zugehörigen Absatz auf das Schlagwort aufmerksam macht, sorgen die Anführungszeichen wahrscheinlich dafür die Wörter als eine Einheit darzustellen. Auf Seite 13 werden auch die verschiedenen Missionspläne per Fettdruck und Doppelpunkt hervorgehoben. Diese Textstruktur unterscheidet sich von den bisherigen Absätzen, da zum großen Teil (bis auf Seite 3 und 7) die einzelnen Punkte nicht andersartig abgegrenzt wurden. In den folgenden drei Absätzen werden die drei Worte ebenfalls in Anführungszeichen gesetzt und anschließend näher erläutert.

Andererseits werden die Anführungszeichen auch verwendet, um unübliche Wortkombinationen anzudeuten wie in diesem Fall „Mars ready“. Neben dem Fettdruck wird aber auch mit Kursivdruck gearbeitet („to expand human presence into the solar system and to the surface of mars“ – Seite 3). Die oben erwähnten drei Worte Evolvable Mars Campaign werden bei den näheren Erläuterungen ebenfalls in Kursiv gesetzt.

### **3. Übersetzung**

#### **Die Eroberung des Weltalls: Die nächsten Schritte der NASA auf dem Weg zum Mars** 29. Mai 2014

Forscherdrang und Pioniergeist haben die menschliche Zivilisation seit Anbeginn der Geschichte der Menschheit inspiriert und geprägt. Solche Unternehmungen zeichnen eine fortschrittliche Gesellschaft aus. Wenn Nationen etwas neues erforschen, machen sie Entdeckungen, sie treiben den Fortschritt voran, sie expandieren, sie haben eine Führungsrolle inne - und werden schließlich eine große Nation. Dies ist bis heute Teil der amerikanischen Geschichte, und die NASA spielt darin eine wichtige Rolle. Die Missionen der NASA, unbemannt wie bemannt, steigert unser Wissen über die Erde, unser Sonnensystem und das Universum darüber hinaus. Die Entdeckungen und die Erfindungen der NASA unterstützen eine kreative und technisch-versierte Arbeitskraft und fördern unsere Wirtschaft. Die Missionen der NASA gewinnen an nationalem Ansehen und unsere Kollaborationen verbinden Nationen auf der Welt für ein gemeinsames Ziel.

Die NASA hat die letzten vier Jahre lang den „NASA Authorization Act of 2010“ implementiert, der weitgehend mit parteiübergreifender Unterstützung und wohlüberlegtem Einverständnis zwischen dem Kongress und der Verwaltung für die nächsten Schritte der Nation ins Weltall abgezeichnet wurde. Das Abkommen fordert von der NASA die Space-Launch-System-Rakete (SLS) und Orion-Mannschaftsfahrzeuge zu entwickeln und weiterzuentwickeln sowie die bemannte Weltraumforschung von außerhalb der niedrigen Erdumlaufbahn bis hin zum cislunarem Raum auszubauen. Dies führt eventuell zur internationalen Erkundung des Mars.

Warum der Mars? Der Mars hat von einem wissenschaftlichen Standpunkt eine Geschichte, Geologie und ein Klima sowie Erreichbarkeit, die den Planeten zu einem perfekten Ort machen, um die bedeutendsten Fragen über den Ursprung des Sonnensystems sowie Fragen über die Suche nach außerirdischem Leben zu studieren. Von dem Standpunkt der bemannten Erkundung und Besiedlung bietet der Mars Ressourcen, die das menschliche Leben aufrechterhalten können. Dazu gehören Wassereis an den Polen und Wassereis nahe der Oberfläche über einen Großteil des

Planetens. Stickstoff, Spuren von Sauerstoffansammlung und Wasserdampf in der Atmosphäre können genutzt werden, um Luft zum Atmen, Treibstoff zum Abflug von der Oberfläche und um Nährstoffe zur Pflanzenzucht zu generieren. Von einem technischen Standpunkt bietet der Mars Herausforderungen für Lösungen, die unsere Wirtschaft und Gesellschaft erobern werden und bereits dort Eingang gefunden haben.

Selbstverständlich ist die Besiedlung und Erforschung des Mars bereits in Gange. Die Mars-Rover Curiosity und Opportunity fahren bereits auf dem Mars umher und haben gezeigt, dass der Mars Bedingungen bietet, die mikrobielles Leben in der Vergangenheit hätten unterstützen können. Die Sensoren der Curiosity maßen die Strahlungsumgebung auf der Reise zum Mars sowie auf der Oberfläche. Die Raumsonden „Mars Reconnaissance Orbiter“ und „Mars Odyssey“ sind dabei die Marsoberfläche und das Klima genau zu untersuchen, und ihre Bilder könnten eines Tages die erste menschliche Landefläche identifizieren. Die MAVEN- und InSight-Missionen werden jeweils die Atmosphäre und das Innere des Mars erforschen, was uns ermöglicht ein Einblick in die Vergangenheit und Zukunft des Mars zu werfen.

Entdecker gehen mit der Absicht, nach ihrer Rückkehr ihre Geschichten zu erzählen sowie den Weg für künftige Reisen zu weisen. Pioniere hingegen gehen mit der Absicht ein dauerhaftes Dasein aufzubauen. Die Besiedlung des Weltraums verlangt, dass wir von der Erdabhängigkeit zur Erdunabhängigkeit überwechseln. Heute und seit den letzten 13 Jahren haben Menschen dauerhaft von den Erdressourcen auf der International Space Station (ISS) gelebt. Während wir in Bezug auf Versorgung und kurze Reisezeiten von der Erde abhängig waren, können wir durch die ISS lernen, was wir brauchen, um auf größerer Entfernung und bei längerer Aufenthaltsdauer zu arbeiten. Wir werden die Testumgebung des cislunaren Raumes nutzen, um Technologien auf Missionen wie das Erfassen und Umlenken eines Asteroiden voranzubringen, damit Astronauten ihn besichtigen und Proben zurücksenden können. Missionen auf dieser Testumgebung werden uns für weitere erdunabhängige Missionen auf dem Weg zum Mars vorbereiten.

Kein Unterfangen zur Erkundung und Besiedlung ist ohne Risiko. Der Ansatz der NASA ist, unsere Weltraumsonden und Roboter-Vorreiter auszubauen, unser Space-Shuttle-Vermächtnis und ISS-Erfahrungen wirksam einzusetzen und anschließend in

einem schrittweisen Verfahren weiterzumachen, indem zuerst der cislunare Raum als Testumgebung, um erste Erfahrungen zu sammeln, eingesetzt wird und um Ressourcen im Erde-Mond-System zu testen. Wie mit jeder Besiedlungsanstrengung führen wir auch eine zusätzliche Risikomaßnahme gegen den Verlust an Menschenleben ein, wenn wir unsere Grenzen der bemannten Erkundung erweitern. Die mit den Risiken verbundenen Vorteile müssen leicht erkennbar sein. Das wird uns nicht von unserem Ziel abhalten, stattdessen wird die Nutzung der Testumgebung zur Risikoerkennung und -behandlung uns darüber informieren, wie wir dahin kommen und wann wir bereit für den Mars sein werden.

NASA wird den Mars in guter Gesellschaft erkunden und besiedeln. Zwölf Weltraumorganisationen aus der ganzen Welt veröffentlichten gemeinsam im August 2013 die zweite Auflage eines Magazins mit dem Namen „Global Exploration Roadmap“, ([http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/GER-2013\\_Small.pdf](http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/GER-2013_Small.pdf)) „dass mit der ISS beginnt und die menschliche Präsenz im Sonnensystem verstärkt und zu bemannten Missionen auf der Marsoberfläche führen wird.“ Dieser internationale Leitplan bietet ein Rahmen für die Koordination zwischen den Organisationen, ein Kontext zur Zusammenarbeit bei bestimmten Missionen und eine Grundlage, von der die Organisationen Pläne und Investitionen der Stakeholder in den eigenen Ländern diskutieren können. Amerikanische Unternehmen erweitern ebenfalls ihre Fähigkeiten, um den Weltraum zu erreichen und dort zu arbeiten. Da sie uns in die Erdumlaufbahn gefolgt sind und dort suchen einen Markt zu eröffnen, antizipieren wir, dass sie sich uns bei noch weitreichenderen Expeditionen in den Weltraum anschließen werden.

Der Dialog mit unseren Stakeholdern und Partnern – die Öffentlichkeit, der Kongress, Hochschulen, die Industrie und internationale Partner – über die Prioritäten und Pläne zur Weltraumbesiedlung und Erkundung ist für unsere Zukunft von großer Wichtigkeit. Wir suchen ständig Rat während wir unseren Weg in das Sonnensystem festlegen. Die NASA wird in Kürze einen Bericht vom nationalen Forschungsrat über künftige Anweisungen zur bemannten Raumfahrt bekommen. In diesem Sommer und Herbst wird die NASA Studien über Ansätze zu einer langfristigen Kampagne der bemannten Marserkundung durchführen. Wir werden eine Beschreibung von diesen Bemühungen

in einem Update zu unserem Voyages-Bericht (<http://go.nasa.gov/nasavoyages>) zum Ende dieses Jahres anfertigen, der 2012 herausgegeben wurde. Der vorliegende Zwischenbericht zeigt den Stand über die Strategie und plant bis dahin die nächste bemannte Reise. Es ist der aktuelle Stand eines sich wiederholenden Einsatzes, der sich weiter verbessern wird während sich Fähigkeiten entwickeln, Kooperationen wachsen und sich entwickeln und die Verbindungen zu nationalen und globalen Prioritäten und Herausforderungen vertieft werden.

Mars ist die nächste neue Grenze, die auf große Länder wartet. Indem wir auf unser unbemanntes Marsentdeckungsprogramm und die momentanen Investitionen in die ISS, das Commercial Crew Program, das SLS, das Orion-Raumschiff und zukünftige technische Fortschritte von unserem Space-Technology-Mission-Directorate-Programm bauen, ist Amerika bereit, die nächste Welle an Missionen und Kooperationen anzuführen, um den Weg zu den Grenzen des Weltraums zu bereiten. Wie in unserem Strategievorhaben von 2014 gesagt wurde, plant die NSASA die menschliche Präsenz innerhalb des Sonnensystems und bis hin zur Marsoberfläche auszubreiten.

### **„Mars Ready“: die Vorbereitung der Mission**

Das programmartige Herangehen der NASA an den Weltraum und die Marserkundung und -besiedlung beinhaltet den Grundsatz der **Nachhaltigkeit**. Für ein zukunftsfähiges menschliches Bestehen im Weltall und auf dem Mars müssen die Programme, der Transport, Wohnsysteme und Kooperationen - trotz Veränderungen bei politischen und Budget-Prioritäten - zukunftsfähig sein und trotz technischer Fortschritte und wissenschaftlichen Entdeckungen über mehrere Jahrzehnte weiterentwickelbar sein.

Entwicklung von Fähigkeiten für die Zukunftsfähigkeit durch die NASA bietet einen modularen Ansatz für Missionsmöglichkeiten zum Marssystem, indem Systeme wann und wo es möglich ist, wie der fortgeschrittene solar-elektrische Antrieb und die Weltraumunterkunft, wieder eingesetzt werden. Und der Ansatz ist auch offen für internationale und geschäftliche Teilnahme, wo Partner an unseren Aktivitäten aufbauen und diese nutzen können, um Kosten aufzuteilen, den Nutzen erhöhen und für größere wissenschaftliche und wirtschaftliche Erträge sorgen.

Um Nachhaltigkeit in all diesen Dimensionen zu erzielen, diskutiert die NASA gerade mit ihren Stakeholdern die folgenden Grundsätze, um Planung und Umsetzung zu leiten:

1. Kurzfristig umsetzbar mit der Kaufkraft des momentanen Budgets und langfristig mit Budgets, die angemessen zum Wirtschaftswachstums sind
2. Anwendung der **hochstufigen Technology-Readiness-Level (TLR)**-Technik für kurzfristige Missionen, während langanhaltende Investitionen auf **Techniken und Fertigkeiten** konzentriert werden, um Herausforderung von zukünftigen Missionen anzugehen
3. **Kurzfristige Missionsmöglichkeiten** mit einem festen Rhythmus an klaren bemannten und unbemannten Missionen, die im Laufe der Zeit für eine zunehmende Steigerung der Fähigkeiten für komplexere Missionen sorgen.
4. Möglichkeiten für **amerikanische Unternehmen**, um stärker die Erfahrung und Geschäftsbasis, die von der ISS Logistik und vom Mannschaftsmarkt gelernt wurde, zu vertiefen
5. **Mehrfach verwendbare, weiterentwickelbare** Weltraum-Infrastruktur
6. Zukunftsfähige **internationale und wirtschaftliche Teilnahme**, die die momentanen ISS-Kooperationen aufwertet

Von diesen, sich noch entwickelnden, Grundsätzen geleitet, definiert die NASA eine langfristige, flexible und nachhaltige Architektur zur Weltraumforschung, die als „**Evolvable Mars Campaign**“ bezeichnet wird.

Jedes Wort ist wichtig. Während „*Mars*“ das Ziel ist, erkennt die „*Evolvable Mars Campaign*“, dass die Fähigkeiten der Weltraumnationen heute noch nicht ausreichend sind, um Menschen sicher auf der Marsoberfläche landen zu lassen und sie von dort abzuholen, da wir – wie wir wissen – Lücken in unserem wissenschaftlichen, ingenieurwissenschaftlichen und technischem Wissen haben. Demzufolge denkt die Evolvable Mars Campaign über die Nutzung des cislunaren Raums (die Mondumgebung) als Durchgangsraum nach, um unsere Systeme, Techniken und

Fähigkeiten für die Initiierung von weiteren Marsmissionen zu testen. Die Kampagne hat darüber hinaus die potenzielle Erkundung und Nutzung des Marsmondes Phobos und Deimos als Schritte in Richtung Marsoberfläche zum Ziel.

„*Campaign*“ bezeichnet die Tatsache, dass mehrere Missionen – sowohl mit Robotern, als auch mit Menschen – bei der Erkundung und Besiedlung des Mars notwendig sind. Das ist kein Punktdesign für eine Einzelmission, um die Marsoberfläche zu erreichen, sondern ein methodisches Vorgehen zum schrittweisen Aufbau von Techniken und dem Testen von Fähigkeiten, um mit einem Effizienzvorsatz über die niedrige Erdumlaufbahn (low Earth Orbit [LEO]) hinaus zu gehen, die zu einer zukunftsfähigen Kampagne zur Marserkundung und -besiedlung führt. Unser Dokument „Strategic Knowledge Gaps“ (<http://www.nasa.gov/exploration/library/skg.html#.U4dIvsaiiMV>) identifiziert ausführlich was wir noch nicht wissen und wird für viele zukünftige Roboter-Vorreiter bei der Auswahl an Voraussetzungen helfen. Zum Beispiel müssen wir unsere Fähigkeit weiterentwickeln durch die sehr dünne Atmosphäre des Planeten auf der Marsoberfläche zu landen und von dort abzuheben. Das System, das den Curiosity-Rover erfolgreich landen ließ, ist in der Lage eine Tonne auf der Oberfläche abzusetzen. Bemannten Missionen können so viel wie das zehnfache dieser Menge erfordern, indem Landesysteme eingesetzt werden, die nicht direkt von der Curiosity-Mission ableitbar sind.

„*Evolvable*“ erkennt, dass wir noch nicht alle wissenschaftlichen und technischen Antworten haben und wir alle Antworten für künftige Missionen nicht kennen werden, wenn wir die ersten Missionen durchführen. Während wir davon ausgehen, dass wir bei unserer Erkundung viele neue Erkenntnisse gewinnen, sind einige technische Handelsstudien in Gange – mit ersten Ergebnissen, die noch in diesem Sommer und Herbst verfügbar sein werden. Die Studien beinhalten die Mischung aus Ladung und Mannschaftsmissionen, die dafür angewandten orbitalen Flugbahnen, die relativen Vorteile aus den Möglichkeiten der Erde-Mars-Konjunktion, die Verwendung der Mars-Lagrange-Punkte und der Marsmonde, das Potenzial für vor Ort Ressourceneinsatz, um bei Transportmissionen von der Erde die logistische Abhängigkeit einzugrenzen, sowie weitere Punkte. Obwohl das wissenschaftliche Verständnis unseres Sonnensystems sich jeden Tag erhöht, erkennen wir, dass künftige Entdeckungen die ersten Schritte in die

Marsumgebung leiten können und sollen. Um sicherzustellen, dass wissenschaftliche Überlegungen in die bemannten Raumfahrtplanung aufgenommen werden, bietet das Solar System Exploration Virtual Institute (SSERVI) externen Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen Einblicke in Architektur und internationale Raumfahrtpäne. Außerdem werden sich die Kooperationen, die diese Missionen ausführen, bestimmt im Lauf der Zeit verändern oder politische Prioritäten können eine neue Richtung aufzeigen, die Wissenschaft kann die Prioritäten unserer Vorreiter-Planung und der Standortwahl neu festlegen und technische Fortschritte können innovative Lösungen bereitstellen, wenn mehr Länder und mehr Unternehmen Raumfahrtpartner im Auftrieb auf dem Weg zum Mars werden.

Zusammengefasst stellt die Evolvable Mars Campaign die Grundlage für Architekturentwicklung sowie Identifikation und Analyse von Handelsstudien mit unseren Partnern und Stakeholdern zur Verfügung und bezieht die Flexibilität mit ein, wechselnde Prioritäten über Jahrzehnte hinweg anzupassen. Aus dieser Arbeit wird der Leitplan entstehen, den wir durch den cislunaren Raum verfolgen werden, um den Mars zu besiedeln.

### **Fortschritt von Erdabhängigkeit zur Erdunabhängigkeit**

Grundsätzlich benötigt man, um die menschliche Präsenz im Sonnensystem und bis zur Marsoberfläche auszudehnen den Fortschritt von einem erdabhängigen zu einem erdunabhängigen Technikstand. Momentan sind wir erdabhängig. Die heutigen Astronauten auf der ISS vertrauen auf die regelmäßigen Logistikversorgungsflüge von der Erde und darauf, dass sie auf die Erde innerhalb von Stunden zurückkehren können. Die Rückkehr vom Mars zur Erde für geplante Rückflüge, als auch bei Notfällen kann eins bis zwei Jahre dauern, was eine vollständige Selbstversorgung für sicheres Arbeiten, Leben und die Sicherheit auf weitergehende sichere Beförderung durch die Tiefen des Alls voraussetzt. Sobald sie gelandet sind, werden die Pioniere und Forscher erdunabhängig sein müssen, indem sie von den Ressourcen aus dem unmittelbaren Umfeld leben. Um auf verantwortungsvolle Weise von erdabhängig zu erdunabhängig überzugehen, müssen wir zuerst außerhalb der niedrigen Erdumlaufbahn zur Testumgebung des cislunaren Raums reisen, wo die Rückflugzeiten Tage und Wochen betragen. Erst nachdem wir diese Fähigkeiten erfolgreich demonstriert haben, können

wir die notwendige Unabhängigkeit bieten, die uns auf längere Reisen durch das Sonnensystem vorbereitet.

Die **International Space Station (ISS)** ist der Grundstein der Weltraumforschung- und Besiedlung. Die ISS ist unser Weltraumlabor für die Gesundheit und Leistung der Mannschaft, Bewohnbarkeit, Logistik und Forschungssysteme wie z. B. Docking, hochzuverlässige geschlossene Lebenserhaltungssysteme, moderne Außenbordmanöver (extravehicular activity [EVA]) und langfristige Systemleistung in einem schwerelosen und luftleeren Umfeld. Eine Verlängerung des Betriebs der ISS bis mindestens 2024 ermöglicht es dem Human-Research-Programm der NASA, die Risiken der langjährigen Raumfahrt zu erkennen und zu beseitigen, oder aber zu reduzieren. Dazu gehören eine verringerte Schwerkraft, die Knochen, Muskeln, die Herzkreislauf- und sensormotorischen Systeme beeinflussen, Ernährung, Verhalten/Leistung, Immunologie und die Fähigkeit ärztliche Betreuung von der Ferne per Telemedizin zu leisten. Der Aufenthalt des Astronauten Scott Kelly und des Kosmonauten Mikhail Kornienko auf der ISS in 2015 für die Dauer eines Jahres wird beispielsweise das menschliche Wissen über die Schwerelosigkeit jenseits der Forschungsgrenze von sechs Monaten im Orbit, das die Grenze der meisten heutigen Daten ist, weiterentwickeln. Obwohl wir über Gegenmaßnahmen verfügen, um Muskel- und Knochenschwund über eine Dauer von sechs Monaten zu minimieren, können wir untersuchen, ob diese Gegenmaßnahmen für die längeren Aufenthalte, die bei Marsmissionen erwartet werden, genauso wirksam sind. Das Environmental Control and Life Support System (ECLSS) – das System, das die Mannschaft mit Frischluft, Wasser und Temperaturkontrolle am Leben erhalten wird – ist für die Marsmissionen von hoher Bedeutung und wird in der ISS getestet. Zusätzlich bauen die Commercial-Cargo- und Commercial-Crew-Programme eine erfolgreiche amerikanische, gewerbliche Raumfahrtbranche auf, die in der niedrigen Erdumlaufbahn

(low-Earth orbit – LEO) operieren kann während die NASA auswärts geht. Schließlich ist die ISS ein Gemeinschaftsprojekt zwischen 15 Ländern in Zusammenarbeit mit 68 weiteren Ländern, die Forschung betreiben und als Grundlage für künftige Kooperationen in der bemannten Erforschung und Besiedlung des Sonnensystems dienen.

Das **Space Launch System (SLS) und Orion-Mannschaftsfahrzeug**, sowie das dazugehörige Exploration Ground Systems schreiten in ihrer Entwicklung von unseren ersten Forschungsleistungen problemlos voran. Der Exploration Flight Test-1 (EFT-1) der Orion-Raumkapselsysteme und Orion-Hitzeschilder ist auf einem Delta-IV-Startfahrzeug für Ende 2014 geplant. Es sind alle Hauptverträge für diese Systeme vorhanden. Die Werkzeugbereitstellung für die Herstellung des SLS wird im Michoud Fertigungswerk montiert und die Raketenabschussrampe und mobile Startplattformen sowie Modernisierungen der Vehicle Assembly Facility sind im Kennedy Space Center im Gange. Das erste SLS-Gehäusegestell wird für den Hitzetest am Stennis Space Center gegen Ende 2016 ankommen. Der erste Teststart der Exploration Mission-1 (EM-1) per SLS mit Orion, das die Exploration-Ground-Systems-Infrastruktur verwendet ist für das Finanzjahr 2018 vorgesehen. Diese Mission ist die Erste in eine entfernte retrograde Umlaufbahn (Distant Retrograde Orbit – DRO) um den Mond und wird diese cislunare Testumgebung dazu nutzen, um komplexe Flugbahn-Einsätze in die DRO zu üben, Systemtests in einem strahlungsgefährdeten Umfeld durchzuführen und um den Einsatz von bemannten Fahrzeugen zu demonstrieren, die weiter von der Erde als jemals zuvor entfernt sind. Die Exploration Mission-2 (EM-2) wird 2021-2022 die Erste sein, die Menschen über einen Zeitraum von ungefähr 25 Tagen in die cislunare Testumgebung befördert, damit wir unsere Fähigkeit, unabhängig von der Erde leben und arbeiten zu können, erproben und beweisen können. In ihrer weiterentwickelten Form werden SLS und Orion die Transportmittel sein, die Menschen und Hilfsgüter zum Marssystem bringen. Die SLS-Grundversion wird über 70 metrische Tonnen (mT) Nutzlastkapazität für eine LEO verfügen, die auf 105 mT und auf 130 mT mit einer Kombination aus einer Oberstufe und zusätzlichen leistungsfähigeren Boostern erweiterbar sind, um es sowohl marsfähig, als auch zu einem wertvollen Startfahrzeug zu machen, dass das Potential hat andere Wissenschaftsmissionen der Regierung und der NASA zu befördern. Die Kapazitäten der Orion werden weiterausgebaut und mit einem Modul für bemanntes Wohnen im Weltall für langzeitige Aufenthalte über den Mond hinaus ausgerüstet.

Nachhaltige Investitionen in **neue Technologien und fortgeschrittene Fertigkeiten sind wichtig**, um unsere Wissenslücken zu schließen und um sicher unsere ersten Schritte über die niedrige Erdumlaufbahn hinaus in die Tiefen des Weltalls und zum

Mars zu machen. Obwohl die SLS- und Orion-Programme voll im Gang sind, um Transportmöglichkeiten über die LEO hinaus anzubieten, gibt es verschiedene zusätzliche (und notwendige) Technologien, die von der Space Technology Mission Directorate (STMD) der NASA und die Advanced-Exploration-Systems-Abteilung (AES) des HEOMD in verschiedenen Konzeptentwurfs-, Entwicklungs- und Testphasen sind. Beide Organisationen entwickeln die niedrigen Technology-Readiness-Level-Technologien (TLR) zu flugprobierte, zuverlässigem System für den etwaigen Einsatz der Mars-Pioniere. Das STMD verwaltet einen Portfolioansatz, der von Technologiekonzepten in der frühen Phase zur Ansprache von langfristigen Forschungsbedürfnissen bis zu hochtechnologischen Readiness-Level-Raumfahrt-demonstrationen, die für kurzfristige Forschungsmissionen benötigt wird, reicht. Das STMD konzentriert sich auf fachgebietsübergreifende Technologien und Fertigkeiten, die gebraucht werden, um zukünftige unbemannte und bemannte Forschungsmissionen abzuschließen. Das Game Changing Program des STMD entwickelt Komponente und Technologien auf Teilsystemebene, während die AES fortgeschrittene, von dem STMD entwickelte Teilsystemtechnologien integriert, um Prototyp-Flugsysteme zur Verwendung im aktuellen Raumfahrtssystem-Entwicklungsprogramm der HEOMD zu entwickeln. Das STMD, das sich auf die Verbindung von Missionen spezialisiert, führt ebenfalls Demonstrationen von dringend benötigten Technologien im All durch, um die Lücke der erfolgreichen Verwendung von fachgebietsübergreifenden Fähigkeiten zu schließen, die Kunden in NASA Science, Human Exploration und die breitere nationale Raumfahrtgemeinschaft umfasst.

Zu den Gebieten der Schlüsseltechnologie gehören:

- Hocheffiziente Transportsysteme im All, die auf solar-elektrischen Antrieben (solar electric propulsion – SEP) mit hoher Leistung und kryogenischen Treibstoffspeichern basiert sind
- Optische Raumkommunikation und fortgeschrittene Weltallnavigation für effiziente Datenübertragung mit hoher Bandbreite und garantierten Orts- und Zustandsvektoren des Weltraumfahrzeugs

- Fortschrittliche, sehr zuverlässige und effiziente Verwendung von Lebenserhaltungs- und in-situ-Ressourcen, die sicherstellen, dass Weltraumforschungsmissionen sicher und erdunabhängig stattfinden können
- Marseintritts-, Anflugs- und Landetechnologien und -systeme für Massen in einem größeren Verhältnis als das System, das den Curiosity-Rover landete
- Weltraumrobotersysteme und Automatisierung wie menschliche Roboter und autonome Rover, um den Arbeitsaufwand der Astronauten abzuladen und die Wissenschaft und Forschung, die die Menschen an den Zielen betreiben, bedeutend erweitern
- Leichte Weltraumstrukturen und fortschrittliche Produktion mit Schwerpunkt auf große Verbundstrukturen, Verbundstrukturen für Startfahrzeuge und leichten Wohnstationen
- Fortschrittliche Oberflächenstromerzeugung und Lagersysteme, um den notwendigen Strom an Zielgebieten im Weltall anzubieten, damit Leben erhalten wird und Wissenschaft und Forschung betrieben wird

Die NASA entwickelte (und aktualisiert) ihre Weltraumtechnologiepläne und Weltraumtechnologie-Investitionspläne, um die spezifischen Technologien, die sie in jedem Bereich verfolgen kann, genauer zu beschreiben und um die integrierten „Agency“-Technologieanstrengungen auf das effiziente Erreichen des strategischen Ziels der NASA zu richten.

### **Der Weg zum Mars: In das Testgelände des cislunaren Raums**

Der Weg zum Mars geht durch den cislunaren Raum und wir können die positiven Eigenschaften dieser Region in einem relativ risikoarmen Umfeld nutzen. Wir können auch von internationalen und wirtschaftlichen Kooperationen profitieren, um unsere Hardware vorzubereiten und Erfahrungen für bemannte Missionen über den Mars hinaus und zum Mars zu sammeln. Die hohe Erdumlaufbahn, der DRO um den Mond, zu dem die EM-1 und EM-2 fliegen werden, und die Erde-Mond-Lagrange-Punkte sind alle orbitale Standpunkte, in denen Weltraumsysteme getestet werden und Vorgehensweisen überprüft werden können, während man immer noch nahe genug an

der Erde ist, um sicher Systeme in Problemfällen wiederherzustellen. Der cislunare Raum ist ideal für den Fortschritt der Weltraumsysteme wie das bemannte Wohnen im Weltraum.

Die Reihe an NASA-Missionen plant einen nachhaltigen Ansatz in der Testumgebung des cislunaren Raums zu folgen, um Kapazitäten zu entwickeln, damit der Mensch zum Mars gelangt. Die NASA verfeinert Missionsziele der Orion / SLS EM-2 und EM-3, um zusätzliche operationelle Tests miteinzubeziehen, die für die Asteroid Redirect Mission (ARM) im cislunaren Raum von Bedeutung sind. Systemtests, Demonstrationen und Risikoreduzierung für die bemannten ARM-Missionen sowie zukünftige Missionen zu den Marsmonden, dem Marsorbit und der Marsoberfläche werden alles wichtige Faktoren für diese Missionen sein. Durch die Verwendung des momentanen Zielasteroiden würde ein Start der modernen solar-elektrischen (solar electric propulsion – SEP) ARM-Raumsonde Mitte 2019 und eine bedeutende Asteroidenmasse, die zurück zur stabilen Mond-DRO geschickt wird, Weltraumforschung und Stichprobenerfassung in einem Zeitrahmen von 2024 bis 2025 ermöglichen. Der Plan der NASA ist, dass diese bemannte Mission 26 bis 28 Tage umfasst, inklusive fünf Tage im DOR des Mondes für ein Rendezvous mit der Orion und Docking mit der ARM-Raumsonde mit angehängter Asteroidenmasse, um EVAs (extravehicular activities) der Astronauten zum Gewinn von ausgewählten Proben durchzuführen.

Ein anderer Vorteil, der durch das cislunare Umfeld entsteht, ist der „niedrige Energie“-Übertrag des Raumfahrzeugs zwischen der Marsumgebung und unserem Mond, wodurch der Bedarf nach großen Antriebssystemen, um in die starke Schwerkraft der Erde zu flüchten und herunterzugehen, vermieden wird. Trotz der geringen Geschwindigkeit und obwohl es das Beste für unverderbliche Güter ist, kann die Ladung effizient zwischen Mars-Mond Gebieten durchgeliefert werden, was zu einer Optimierung der bemannten Missionen und Aufenthaltsdauer führt, sowie – mit dem Wiederverwenden von Schlüsselsystemen und Raumfahrzeugen – zu einer stärkeren Konjunktur. Mit einem vorhandenen cislunarem Raumfahrzeug und Andockfähigkeit können, z. B., durch Raumsonden Proben von Mond- oder Marsoberflächen zu einem DRO um den Mond transportiert werden, damit die

Astronauten mithilfe der Orion und SLS auf die Proben zugreifen, sie untersuchen und zurückholen können. Bemannte Missionen zum Mars werden von Fracht, die durch Roboter bereits in Stellung gebracht wurde, vorangestellt; Übergangsfahrzeuge, die durch solarelektrischen Energiesystemen angetrieben werden, können sehr effizient die Fracht vor der Ankunft der Mannschaft hin- und hertransportieren. Dadurch werden Mannschafts- und Transportmissionen voneinander getrennt, was der Orbitalmechanik Starteinschränkungen erleichtert und wodurch sich kostengünstigere Lösungen für Architekturen eröffnen.

Die **Asteroid Redirect Mission (ARM)** setzt und integriert vorhandene Programme in den Science, Space Technology und HEO Mission Directorates der NASA wirksam ein, um eine ziemlich geringe Grenzkostenopportunität anzubieten, um unsere bevorstehenden Fertigkeiten in der Weltraumforschung auf dem Weg zum Mars zu erproben. Das Near-Earth-Object-Observation-Programm des SMD wird geeignete Ziele identifizieren und charakterisieren. Eine unbemannte Mission, die den modernen solar-elektrischen Antrieb verwendet, wird auf die ausgewählten Naherd-Asteroiden (oder Brocken von der Oberfläche eines größeren Asteroiden) treffen und in den Mond-DRO umleiten, wo er von der bemannten Orion-Mannschaft, die Proben für eine genauere Analyse auf die Erde senden wird, besucht werden kann. Die ARM wird den Transport von großen Objekten durch den Einsatz des modernen SEP, automatisches Sammeln und Andocken, Weltallnavigation, integrierte unbemannte und bemannte Fahrzeugsammeleinsätze in einer Weltraumumgebung und EVA außerhalb der Orion, die für spätere Missionen im cislunaren Raum und auf dem Mars gebraucht wird, testen. Die Strategie der NASA ist, dass das ARM SEP-Modul und der Raumfahrzeugbus für die ersten Transportmissionen zum Mars und seine Monde eingesetzt werden. Wir können dies machen, indem wir diese Systeme über den Handel beschaffen, um Kosten zu reduzieren und für die Reproduzierbarkeit. Eine andere Möglichkeit ist, das ARM-Fahrzeug nach seiner ersten Mission – als eine kostengünstigste Option für den Transport oder die in-situ resource utilization (ISRU) der Nutzlast zum Mars-Mond Phobos und zurück zum Mond-DRO – anders zu verwenden. In Verbindung mit einem neuen Eintritts-, Anflug- und Landeverfahren, ist die Wiederverwendung der Weltrauminfrastruktur wie das ARM-Raumfahrzeug ein Schlüsselement der zukunftsfähigen Weltraumforschung. Eine zweite Mission des ARM-Raumfahrzeugs

könnte Informationen liefern, die notwendig sind für die Auswahl der Marsroute und die die Risiken, denen sich die menschlichen Forscher entgegenstellen, deutlich reduzieren. Zum Beispiel, um unsere Fähigkeit, die Phobos-Ressourcen vorteilhaft zu nutzen, zu verstehen und um die Oberfläche und Umgebung der Schwerelosigkeit zu charakterisieren. Diese gehören zu den möglichen Projekten, die in diesem Jahr genauer untersucht werden.

Missionen der Mars-Kategorie werden lebenserhaltende Maßnahmen für mehrere Hunderte von Tagen erfordern. Eine **Weltraum-Wohnstation (deep space habitation capability – hab)** ist von großer Bedeutung. Es ist unerlässlich, dass die Gestaltung der „hab“ gründlich – und ein gutes Stück vor der Konstruktion und bevor eine Mannschaft auf eine Mars-Mission geschickt wird – in einer relevanten Weltraum-Schwerelosigkeit und strahlungsstarken Umgebung getestet wird. Die erste Weltraum-Wohnstation könnte von einem gewerblichen oder einem internationalen Partner bereitgestellt werden und könnte zusätzliche Ressourcen wie Strom, EVA-Raumanzüge, Stauraum, wissenschaftliche Werkzeuge und moderne Lebenserhaltungskontrollen für Mars klassifizierte Missionen, sowie als Erweiterung für die Zeit im Weltraum der bemannten Orion-Missionen, beinhalten. Das hab-Element könnte ebenfalls zusätzliche Andockstationen unterbringen, damit der cislunare Raum für gewerbliche und internationale Missionen gemeinsam mit oder zusätzlich zu den Orion-Flügen geöffnet werden kann. Indem wir unser Prinzip der Wiederverwendung unserer Weltrauminfrastruktur beibehalten, könnte eine Weltraum-Wohnstation auch einem doppelten Zweck dienen, indem es neben der Bereitstellung von Systemen für Mars-Missionen als ein Sammelpunkt für die Roboterforschung oder bemannte Missionen, die von unseren internationalen Partnern gesucht werden. Anhand der frühen Ergebnisse der Studie für Orbitalmechanik, ist die cislunare Testumgebung ein vorteilhafter Ort, um die Mars klassifizierte Raumfahrzeugsysteme zu testen und zu entwickeln bevor Menschen zur Marsbesiedlung ausgesandt werden.

Unser **Mond** ist für Länder, die mit der NASA, um die Global Exploration Roadmap (GER) zu entwerfen, gearbeitet haben, von großem Interesse. Die NASA interessiert sich für Einsätze in verschiedene Mondorbits aus den obengenannten Gründen und für

Proben, die vom Südpol-Aiken-Becken zurückgesendet wurden. Verschiedene internationale Partner interessieren sich sowohl für unbemannte, als auch für bemannte Missionen zur Marsoberfläche und die NASA wird wahrscheinlich mit ihnen irgendwie dorthin gehen. Amerikanische Unternehmen interessieren sich auch für unbemannte Mond-Missionen durch das Lunar-CATALYST-Programm der NASA, das darauf abzielt, eine kommerzielle Bereitstellung eines Mondlandeservices zu ermöglichen. Die NASA erforscht die Möglichkeit, eines dieser kommerziellen Landegeräte zu verwenden, um eine RESOLVE-Ladung (Regolith and Environment Science and Oxygen and Lunar Volatile Extraction) auf der Mondoberfläche im Laufe des Jahrzehnts zu platzieren. Dies war ein früher Test der ISRU mit Mond-Regolith. Konsistent mit der GER wird ein Netzwerk aus internationalen, kommerziellen und NASA-Kooperationen unbemannte und bemannte Raumfahrzeuge um und auf dem Mond einbringen. Zusätzlich wollen viele unserer internationalen Partner Menschen zur Mondoberfläche senden. Die NASA wird vielleicht zu einem gewissen Grad teilnehmen, da die Mondoberfläche ein paar Vorzüge bei Einsätzen in der partiellen Erdschwerkraft liefert. Jedoch konzentriert sich die bemannte Raumfahrt der NASA auf das Entwickeln neuer Technologien und Betriebserfahrung in langfristigen Missionen in die cislunare Testumgebung, indem DRO-Missionen genutzt werden, auf dem Weg, der zum Mars führt.

Die **Mars-Monde** Phobos und Deimos, die wahrscheinlich selber eingefangene Asteroiden sind, können angesammeltes Material von der Marsoberfläche sowie Ressourcen, die für Expeditionen zur Marsoberfläche nützlich sind, enthalten. Orbitale Standpunkte um den Mars, inklusive seiner zwei Monde, sorgen für potenzielle Sammelpunkte für Transhabs und Frachtbestände für bemannte Expeditionen zum Marssystem. Fracht, die von SEP angetriebenen Raumfahrzeugen zwischen den Orbits um den Erdenmond und den Orbits um den Mars und seine Monde hin- und her transportiert wird, kann bei der menschlichen Besiedlung des Mars eine bedeutende Rolle spielen.

### **Arbeit in Richtung erdunabhängige Forschung**

NASA und ihre Partner erforschen bereits die **Marsoberfläche** zusammen mit Menschen, die an unseren unbemannten Raumfahrzeugen arbeiten, um den Weg für

zukünftige menschliche Pioniere zu ebnen. Die momentane Marsforschung zeigt uns großartige Eigenschaften des roten Planeten: Er hatte einst eine dichtere Atmosphäre und Flüssigwasser auf seiner Oberfläche, doch durchlief er dramatische Veränderungen, die als Lehrstoff zum Verständnis unseres eigenen sich ändernden Planeten dienen. Allerdings hat der Mars heute Stickstoff, Spuren von Sauerstoff und Wasserdampf in seiner Atmosphäre, sowie Wassereis an seinen Polen und nahe seiner Oberfläche über einen Großteil des Planeten. Diese wertvollen Elemente können geerntet werden, um Nährstoffe für Pflanzen, Treibstoff für Antriebssysteme und Atemluft für zukünftige menschliche Pioniere bereitzustellen. Indem die Realisierbarkeit der ISRU in der frühen Planung verstanden wird, kann die Planung dramatisch unsere Pläne zur Besiedlung der Marsoberfläche verändern. Basierend auf dem erfolgreichen Strahlungsmonitor, der bereits im Curiosity-Rover arbeitet, ist der nächste Mars-Rover-Start 2020 vorgesehen. Genauso wie diese Rover uns bei der Beantwortung der Frage, ob es in der Vergangenheit jemals Leben auf dem Mars gegeben hatte, hilft, möchten wir wissen, wie in Zukunft erfolgreich menschliches Leben auf den Mars gebracht werden kann.

Des Weiteren wird der Mars-2020-Rover Proben für eine mögliche Rückkehr zur Erde zu späteren Missionen zwischenlagern. Wissenschaftler, die von der langen und anhaltenden Geschichte des Lernens von Marsproben, die von den Apollo-Missionen zurückgeschickt wurden, begeistert sind, betrachten die Rücksendung der Proben vom Mars als eine der höchsten Prioritäten für die Planetenforschung und eine potenzielle Gabe zur Vorbereitung von zukünftigen bemannten Missionen zum Mars. Der Mars Reconnaissance Orbiter scannt das Klima und die Oberfläche des Mars und identifiziert die bestmögliche Landestelle für Mars 2020 und spätere Missionen.

Menschen und Maschinen werden auf dem Mars zusammen erkunden. Drohnenfahrzeuge sind als Erstes in neue und gefährliche Gebiete, können aber nicht wie ein mit der Geschwindigkeit, intuitiven Leichtigkeit und Effizienz eines Mensch mit ihrem Umfeld interagieren. Da sie so entwickelt wurden, um auf der Marsoberfläche drei Monate lang zu operieren, hat der Opportunity-Rover seit 10 Jahren überlebt und mehr als 22 Meilen (ca. 35 Kilometer) der Marsfläche erkundet. Als die Mannschaft der Apollo 17 1972 auf dem Mond gelandet war, glichen sie die Entfernung in nur drei Tagen auf der Mondoberfläche aus. Indem menschliche Geologen und Astrobiologen

auf den Mars gesendet werden, wird die Forschungsgeschwindigkeit beschleunigt und dadurch die Sicherheit und Produktivität der folgenden Pioniere.

Das Erreichen der erdunabhängigen Forschungs- und Besiedlungsfähigkeit ist ein bedeutendes Unterfahen. Wir haben Schlüsselbereiche innerhalb der breiten Kategorien der Weltraumtransportation, des „Gesund im Weltraum bleiben“, und der Arbeit im All und planetarischen Umgebungen identifiziert, um unsere Technologie und zukünftige Missionsplanung anzuleiten.

### **Die nächsten Schritte: Missionspläne für das kommende Jahrzehnt**

Die nächsten Schritte der NASA sind Schritte zur Ausbreitung der menschlichen Präsenz im Sonnensystem und zur Marsoberfläche.

**ISS:** Die Vereinigten Staaten haben Pläne zur Erweiterung der ISS-Einsätze –und Verwendung bis zumindest 2024 angekündigt und wir erwarten eine Kodifizierung durch die Genehmigung des Kongresses. Die ISS-Partner werden 2015 eine Mission über ein Jahr mit einem Astronauten und Kosmonauten durchführen, um unser Verständnis über den Bedarf und die Methoden, um langfristige Raumflüge zu ermöglichen, zu beschleunigen.

**Fähigkeit zum kommerziellen Mannschaftstransport:** Das erste Orion-Fahrzeug wird im Dezember 2014 an Bord einer Delta-IV-Rakete mit dem Ziel mit Geschwindigkeiten, die bei bemannten Missionen in die Tiefen des Alls durchlebt werden, durch die Erdatmosphäre zurück zur Erde zu kehren. Das wird ein Test der Hitzeschilder der Orion und anderen kritische Systemen sein, die zur Konstruktion des ersten bemannten Orion-Fahrzeugs führen.

**EDL-Fähigkeit:** Aerodynamische Entschleuniger werden als benötigte Schlüsseltechnologie erkannt, um viele zukünftige Missionen zur Planetenerkundung für die NASA zu ermöglichen, die nicht zur heutigen Zeit abgeschlossen werden können. Diese Missionen beinhalten wissenschaftliche Missionen, die auf die Erforschung der südlichen Hochländer des Mars setzen und eventuell die Masse an Ladung, die für die bemannte Erkundung zur Marsoberfläche benötigt wird, liefern wird. Investitionen des STMD erforschen mehrere Stufen der aerodynamischen

Entschleuniger wie z. B. hypersonische und supersonische Aufblasobjekte, mechanische Deployables (entfaltbare Teile) und Schallgeschwindigkeitsfallschirme. Die Fortschritte der Schlüsseltechnologien, die zur Realisierung der aufblasbaren Entschleuniger benötigt wurden, werden in Low-Density-Supersonic-Decelerator-Projekten (LDSD) und Hypersonic-Inflatable-Atmospheric-Decelerators-Projekten (HIAD) etabliert. Das LDSD-Projekt demonstriert momentan mithilfe eines Fahrzeugs, das von Feststoffraketen angetrieben wird und von einem unbemannten Stratosphärenballon fallen gelassen wird, aufblasbare Entschleuniger und moderne Fallschirme bei Überschallgeschwindigkeit. Ein erster Test ist vom weltgrößten Überschallfallschirm für Juni 2014 geplant. Das HIAD-Projekt veranstaltet in den nächsten Jahren eine Reihe an Boden- und Flugtests, um die Verwendbarkeit von wärmeresistentem Material, das in widerstandsfähigen Ausführungen hergestellt wurde, um extremen strukturellen und warmen Umfeldern standzuhalten, die beim Eintritt in die Atmosphäre wahrgenommen werden, zu demonstrieren. Das STMD untersucht auch mechanisch aufblasbare aerodynamische Hyperschallentschleuniger, sowie den Gebrauch der Ultrasonic-Retro-Propulsion-Technologie als eine alternative aerodynamische Abbremsung. Die Abteilung befasst sich auch mit SpaceX, um die Daten der ersten Rückflug-Triebwerke zu nutzen, damit das atmosphärische Zusammenspiel mit Ultraschalltriebwerken besser verstanden werden kann.

**Ankündigung zur Discovery 2014:** In Zusammenarbeit mit SMD und HEMOD, hielt die Planetary Science Division (PSD) der SMD einen Technologietag für Antragsteller für Discovery-Missionen, um sich in Entwicklung befindende Technologien zu präsentieren, die als Antwort auf das diesjährige Announcement of Opportunities (AO) Discovery-Angebote unterstützen können. HEO und STMD präsentierten verschiedene Technologien, die sich in Entwicklung befinden, um bemannte Erkundungsaktivitäten, die direkte Anwendungsmöglichkeiten auf einer Discovery-Mission haben könnten, zu unterstützen. PSD hofft, dass durch die Zusammenarbeit, um Technologien überall auf unseren unbemannten und bemannten Missionen zu teilen, wir unsere Anwenderzahl und Erfahrung für diese neuen Technologien erweitern können. Spezielle Technologien sind in dem Discovery-AO auf Anreize für das Angebotsteam identifiziert worden. Dazu gehört das NEXT solar-elektrische Antriebssystem, eine neue Hitzeschildtechnologie (HEEET), optische Kommunikation und eine Atomuhr. All dies

kann auf künftigen bemannten Missionen angewendet werden. Zusätzlich stellten wir den Antragsstellern die fortgeschrittene Lande- und Gefahrenvermeidungstechnologie, die fortgeschrittenen Solarpanels und umweltfreundliche Triebwerktechnologien als moderne Technologien, die bereit zum Anbieten waren, vor.

**Exploration Mission-1 (EM-1):** Im Finanzjahr 2018 wird die NASA die ersten integrierten Flugtests der Orion und SLS durchführen. Die Rakete wird die Orion in einen entfernten retrograden Orbit um den Mond befördern; der Orbit, der eine so wichtige Rolle in unseren Zukunftsplänen für die bemannte Marsforschung spielt. EM-1 und darauf folgende Missionen werden die Verteilung von sekundärer Nutzlast beinhalten, um eine Vielfalt an technologischen wissenschaftlichen und Erkundungs-Testzielen zu erfüllen. EM-1 wird auch ein Servicemodul verwenden, das von der Europäischen Weltraumorganisation bereitgestellt wird und somit die internationale bemannte Kooperation zur Weltraumforschung anführt.

**Asteroid Redirect Mission:** Die NASA wird ungefähr im Jahr 2019 eine unbemannte Mission für ein Rendezvousmanöver mit einem Naherd-Asteroiden starten und ihn (oder ein Brocken, der von einem größeren Asteroiden gewonnen wurde) in einen stabilen Orbit um den Mond umleiten, um Systeme und Arbeitstechniken, die für künftige Missionen zum Mars und seinen Monden von Bedeutung sind, anzuwenden. Die Auswahl an Missionsoptionen wird zu Ende dieses Jahres getroffen, in Vorbereitung auf das „Mission Confirmation Review“ Anfang 2015. Die Identifizierung und Charakterisierung geeigneter Ziele ist durch das Near-Earth-Object-Observation-Programm der NASA in Gange, wobei mindestens ein brauchbares Ziel bereits für jede Missionsoption identifiziert wurde. Die ARM wird in vollem Umfang einen solar-elektrischen Hochleistungsschlepper vorstellen, der später ausgebaut werden könnte, um für eine Mars-Kampagne ein hocheffizientes Fracht- und Logistik-Transportsystem anzubieten.

**Mars 2020:** Die NASA wird 2020 einen neuen Rover zum Mars schießen, der nach Anzeichen auf früheres Leben auf der Marsoberfläche sucht. Das Mars-2020-Hitzeschild wird so konstruiert werden, dass es zusätzliche Daten über die Leistung des Schildes während dem Anflug durch die Mars-Atmosphäre ausgibt und somit das Design über Eintritts-, Anflug- und Landesysteme für zukünftige bemannte Missionen

informiert. Der Mars-2020-Rover wird ebenfalls Untersuchungen über Forschungs- und Erkundungstechnologie durchführen, die den benötigten Wissensstand, der zukünftige menschliche und künstliche Pioniere auf dem Mars vorbereitet, vorantreiben.

**Exploration Mission-2 (EM-2):** Die NASA wird 2021-2022 die erste bemannte Mission der Orion und SLS starten. Das wird die erste Mission sein, die einen bemannten Raumflug hinter den niedrigen Erdorbit demonstriert und eine bis zu vierköpfige Mannschaft weiter in den Weltraum bringt, als ein Mensch jemals gereist ist.

**Oberstufe der Exploration:** Die NASA arbeitet auf die Entwicklung einer neuen Oberstufe – rechtzeitig für die EM-3, wenn möglich sogar früher – hin, die bei der SLS zu einer Verbesserung mit einer Nutzlastkapazität von mehr als 105 mT führt.

**Asteroid Redirect Crewed Mission:** Die NASA plant eine Asteroid Redirect Crewed Mission (ARCM) durchzuführen sobald sich der Asteroid in einem stabilen Orbit um den Mond befindet. Das Timing dieser Mission hängt von den orbitalen Eigenschaften des ausgewählten Asteroiden ab. Die ARCM wird EVAs außerhalb der Orion, sowie andere wichtige Operationen, die für zukünftige Weltraumforschungen benötigt werden, demonstrieren.

**Exploration Augmentation Module Partnership:** Die NASA untersucht Konzepte für die Entwicklung von Modulsystemen für Weltraum-Wohnstationen. Das Weltraum-Wohnstationsmodul selber wird wahrscheinlich von einem Handelspartner oder einem internationalen Partner – oder einem Mix aus Beiden – zur Verfügung gestellt.

Über die frühen, oben genannten, Forschungsmissionen hinaus plant die NASA einen regelmäßigen, häufigeren Missions-Rhythmus zu erreichen, um bemannte Missionen mit der Orion, aber auch unbemannte Missionen der SLS, die Forschungsausrüstung für spätere Forschungsmissionen in den Weltraum transportiert, miteinzubeziehen. Daher bieten momentane SLS-Entwicklungsbemühungen Wege zur Entwicklung der Hubfähigkeit und konzentrieren sich auf die Erschwinglichkeit für Produktions- und Startoperationen.

**Fazit:**

Wir haben bereits die erste Schritte auf dem Weg zum Mars gemacht und unser Kurs in Zukunft ist in Übereinstimmung mit einem kontinuierlichen Stakeholder-Dialog geplant worden, der auf den Prinzipien, Aufbaustudien und den sich in Entwicklung befindenden Fähigkeiten für die Evolvable Mars Campaign gegründet wurde. Viele dieser Bausteine wie SLS, Orion, ARM und andere Technologien befinden sich bereits in Entwicklung oder in Ausarbeitung. Die Studien unter der Überschrift der Evolvable Mars Campaign werden diesen Sommer fortgeführt und wir werden unsere Stakeholder während des ganzen Vorgangs beschäftigen, um unseren Leitplan zum Mars weiterzuentwickeln. Wir planen eine Überarbeitung des Voyages-Dokuments mit einem genaueren Leitplan zum Mars gegen Ende dieses Jahres, nach weiteren Diskussionsrunden mit unseren Partnern und Stakeholdern, zu veröffentlichen. Wir legen auch das Fundament für Kooperationen sowohl mit anderen Ländern, als auch mit dem amerikanischen Handelssektor. Dies wird ein werdender Leitplan; wir werden mehr Details – und einige große Teile – in den kommenden Monaten und Jahren ausfüllen, so wie sich Möglichkeiten und Kooperationen bilden und heranwachsen. Wir werden den Weg zum Mars in dem Tempo, wie es die finanziellen und technologischen Bedingungen erlauben, formen und ihm folgen, genauso wie es Entdecker und Pioniere immer getan haben. Und wie diejenigen, die voran gegangen sind, richten wir unsere Augen auf die Grenzen und eine bessere Zukunft für das Land und die Menschheit.

#### **4. Ausgangstext**

##### **Pioneering Space: NASA's Next Steps on the Path to Mars**

May 29, 2014

Exploration and pioneering have inspired and shaped civilizations since the dawn of human history. Such endeavors are one distinguishing characteristic of an advancing civilization. As nations explore, they discover, innovate, prosper, lead—and become great. This has been the American story thus far and NASA figures prominently in it. NASA missions, both robotic and human, expand our knowledge of the Earth, our solar system and the universe beyond. NASA's discoveries and innovations foster an imaginative and skilled technical workforce and grow our economy. NASA's missions garner national prestige and our collaborations unite nations of the world around a common goal.

Over the past four years, NASA has been implementing the NASA Authorization Act of 2010, enacted with broad bipartisan support and reflecting agreement between the Congress and the Administration on the nation's next steps into space. The Act calls on NASA to develop and evolve the Space Launch System (SLS) rocket and Orion crew vehicle and to expand human exploration beyond low Earth orbit to cis-lunar space destinations, leading eventually to the international exploration of Mars.

Why Mars? From a scientific standpoint, Mars has a history, geology and climate—as well as accessibility—that make it an ideal location on which to study the most pressing questions of solar system origins, including those involving the search for life beyond Earth. From a human exploration and pioneering standpoint, Mars contains resources that could sustain human presence. These include water ice at the poles and close to the surface over much of the planet. Nitrogen, trace concentrations of oxygen, and water vapor in its atmosphere might be used to produce breathable air, propellant for ascent from the surface and nutrients for plant growth. From a technology standpoint, Mars poses challenges for which solutions will find, and already are finding, their way into our economy and society.

Indeed, the pioneering exploration of Mars is already underway. The Mars rovers Curiosity and Opportunity are moving about Mars and have shown it exhibits conditions that could have supported microbial life in the past. Curiosity's sensors measured the radiation environment both in transit to Mars and on the surface. The Mars Reconnaissance Orbiter and Mars Odyssey orbiter are examining the Martian surface and climate in great detail, and their imagery may one day identify the first human landing sites. The MAVEN and InSight missions will study Mars' atmosphere and interior, respectively, allowing us to peer into Mars' past and its future. Explorers go with the intent of returning to tell their story and point the way for future forays. Pioneers go with the intent to establish a permanent presence. Pioneering space requires we progress from Earth-dependent to Earth-independent. Today and for the last 13 years, humans have continuously lived off Earth on the International Space Station (ISS). While dependent on Earth for resupply and short transit times, ISS is allowing us to learn what we will need to operate at greater distances and longer durations. We will use the proving ground of cis-lunar space to mature technologies on missions such as the

capture and redirection of an asteroid so astronauts can visit it and return samples. Missions in this proving ground will get us ready for much more Earth-independent missions to Mars.

No endeavor of exploration and pioneering is without risk. NASA's approach is to build on our robotic emissaries and precursors, leverage our space shuttle heritage and ISS experience, and then proceed in a step-wise manner by first using cis-lunar space as a proving ground for human Mars exploration to gain experience and test capabilities in the Earth-Moon system. As with all pioneering efforts, when we expand the boundaries of human exploration we also introduce an added measure of risk to loss of human life. The benefits associated with these risks must be easily recognizable. This will not deter us from our goal, but using the proving ground to identify and address our risks will inform how we get there and when we will be Mars ready.

NASA will explore and pioneer Mars in good company. Twelve space agencies from nations around the world jointly issued in August 2013 the second edition of a Global Exploration Roadmap, ([http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/GER-2013\\_Small.pdf](http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/GER-2013_Small.pdf)) "that begins with ISS and expands human presence into the solar system, leading to human missions on the surface of Mars." This international roadmap provides a framework for coordination among the agencies, a context for partnership on specific missions, and a basis from which the agencies can discuss plans and investment from stakeholders in their own nations. U.S. commercial firms also are expanding their capabilities to reach and operate in space. As they have followed us into Earth orbit and seek to establish a market there, we anticipate they will join us in ever-deeper forays into space.

Dialog with our stakeholders and partners—the public, Congress, academia, industry and international partners—on space pioneering and exploration priorities and plans is critical to our future. We continuously seek advice and counsel as we chart our path into the solar system. Shortly, NASA will receive a report from the National Research Council on future directions for human spaceflight. This summer and fall, NASA is conducting studies on approaches to a sustained campaign of human Mars exploration. We will articulate a synthesis of these efforts in an update to our Voyages document (<http://go.nasa.gov/nasavoyages>), released in 2012, around the end of this calendar year.

The present interim document provides a status on the strategy and plans to date to implement this next human journey. It is the current state of an iterative effort that will continue to mature as capabilities develop, partnerships mature and evolve, and the ties to national and global priorities and challenges deepen.

Mars is the next new frontier beckoning great nations. Building on our robotic Mars Exploration Program and today's investments in the ISS, the Commercial Crew Program, SLS, the Orion spacecraft, and future technology advances from our Space.

Technology Mission Directorate programs, America is well poised to lead the next wave of missions and partnerships to pioneer the space frontier. As stated in our 2014 Strategic Plan, NASA aims to expand human presence into the solar system and to the surface of Mars.

### **Getting to “Mars Ready”**

NASA's programmatic approach to deep space and Mars exploration and pioneering includes the principle of sustainability. For sustained human presence in deep space and on Mars, the programs, transportation, habitability systems, and partnerships must be sustainable over changes in political and budgetary priorities and evolvable over technology advances and scientific discoveries across timespans of decades.

NASA's development of capabilities for sustainability provides a modular approach for mission options to the Mars system—reusing systems when and where possible, such as advanced solar electric propulsion and deep space habitation, and is also open to international and commercial participation in which partners can leverage and build on our activities to share cost, increase utilization and provide for greater scientific and economic returns to society.

To achieve sustainability in all these dimensions, NASA is discussing with its stakeholders the following principles to guide planning and implementation:

1. Implementable in the **near-term with the buying power of current budgets** and in the longer term with budgets commensurate with economic growth;

2. Application of **high Technology Readiness Level** (TRL) technologies for near term missions, while focusing sustained investments on **technologies and capabilities** to address challenges of future missions;
3. **Near-term mission opportunities** with a defined cadence of compelling human and robotic missions providing for an incremental buildup of capabilities for more complex missions over time;
4. Opportunities for **US commercial business** to further enhance the experience and business base learned from the ISS logistics and crew market;
5. **Multi-use, evolvable** space infrastructure;
6. Substantial **international and commercial participation**, leveraging current International Space Station partnerships.

Guided by these principles even as they mature, NASA is defining a long-term, flexible and sustainable deep space exploration architecture termed the “**Evolvable Mars Campaign.**”

Each word is important. While “*Mars*” is the goal, the Evolvable Mars Campaign recognizes the capabilities of space-faring nations today are not sufficient to safely land and return humans from the surface of Mars, as we know we have gaps in our scientific, engineering and technological knowledge. As a result, the Evolvable Mars

Campaign reflects the use of cis-lunar space (the lunar vicinity) as a staging area to test our systems, technologies and abilities to mount future Mars missions. Further, it addresses the potential exploration and use of Mars’ moons Phobos and Deimos as steps toward the Martian surface.

“*Campaign*” signifies the fact that multiple missions, both robotic and human, will be involved in the exploration and pioneering of Mars. This is not a point design for a single mission to reach the Martian surface. Rather it is a methodical approach toward incrementally building technologies and testing capabilities to go beyond low Earth orbit (LEO) with an efficiency of purpose, leading to a sustained campaign of Mars exploration and pioneering. Our Strategic Knowledge Gaps document (<http://www.nasa.gov/exploration/library/skg.html#.U4dIvsaiiMV> ) formally identifies what we don’t yet know and it will assist requirements selection for many future robotic

precursors. As one example, we need to advance our ability to descend to and ascend from Mars' surface through the planet's very thin atmosphere. The system that successfully landed the Curiosity rover is capable of landing one ton on the surface; human missions could require as much as 10 times that amount using descent systems that are not directly scalable from the Curiosity mission.

*“Evolvable”* recognizes we don't have all the scientific and technical answers now, and will not know all the answers for future missions when we conduct the first ones. While we expect to learn much as we explore, a number of technical trade studies already are underway, with initial results available later this summer and fall. These include the mix of cargo and crewed missions, the orbital trajectories to be employed for each, the relative advantages of Earth-Mars conjunction opportunities, the use of Martian Lagrange points and Martian moons, the potential for in-situ resource utilization to limit logistical dependence on cargo missions from Earth, and many others. While scientific understanding of our solar system is growing every day, we recognize future discoveries can and should guide the first steps in the Martian vicinity. To ensure science considerations are included in human spaceflight planning, the Solar System Exploration Virtual Institute (SSERVI) provides external science and research community insight and guidance into both architecture and international spaceflight plans. Further, the partnerships that conduct these missions are bound to change over time, or political priorities may provide new direction, science may reprioritize our precursor planning and site selections, and technology advances may offer innovative solutions as more nations and more companies become spacefaring partners in the drive toward Mars.

In short, the Evolvable Mars Campaign provides a basis for architecture development and identification and analysis of trade studies with our partners and stakeholders and incorporates the flexibility to adjust to changing priorities across the decades. From this work will emerge the roadmap we will follow through cis-lunar space to pioneer Mars.

### **Advancing From Earth Reliance To Earth Independence**

Fundamentally, extending human presence into the solar system and to the surface of Mars requires advancing from an Earth-reliant to Earth-independent state of technology.

Currently, we are Earth-reliant. Today's astronauts on ISS rely on regular logistics resupply flights from Earth and on being able to return from Earth orbit in a matter of hours. Returning to Earth from Mars, either for a planned return or during an emergency, could be one to two years—necessitating full self-sufficiency for safely working, living and ensuring continued safe transportation across deep space. Once landed, these future explorers and pioneers will need to be Earth-independent, living off resources extant in their immediate environment. To progress responsibly from Earth-reliant to Earth-independent, we need to first move beyond low-Earth orbit into the proving ground of cis-lunar space, where return times are days to weeks. This allows us to gain experience with advanced exploration systems, long-duration human health in high radiation environments and more sophisticated deep space operations. Only after we have successfully demonstrated these capabilities are we able to provide the necessary independence that prepares us for the longer journeys across the solar system.

The **International Space Station** (ISS) is the cornerstone of space exploration and pioneering. The ISS is our in-space laboratory for long-duration crew health and performance, habitability, logistics, and explorations systems such as docking, high reliability closed loop life support, advanced extravehicular activity (EVA), and long-term system performance in a microgravity and vacuum environment. Extension of ISS operations to at least 2024 is enabling NASA's Human Research Program to identify and retire or reduce the risks of long-duration spaceflight. This includes decreased gravity affecting bone, muscle, cardiovascular and sensorimotor systems, nutrition, behavior/performance, immunology and the ability to provide remote medical care via telemedicine. For example, the one-year ISS stay by astronaut Scott Kelly and cosmonaut Mikhail Kornienko in 2015 will advance human microgravity knowledge beyond the six-month in-orbit human research mark that is the limit of most of today's data. While we have countermeasures to limit bone and muscle loss during six-month durations, we can investigate if these countermeasures are equally effective for the longer durations expected in Mars missions. The Environmental Control and Life Support System (ECLSS)—the system used to keep the crew alive with fresh air, water and thermal controls—is critical for Mars missions and will be tested on ISS. Additionally, the Commercial Cargo and Commercial Crew Programs foster a thriving U.S. commercial space industry that can operate in low-Earth orbit (LEO) while NASA

moves outward. Finally, ISS is a partnership among 15 nations, with some 68 nations conducting research, and serves as a foundation for future partnerships in human exploration and pioneering the solar system.

The **Space Launch System (SLS) and Orion** crew vehicle and associated Exploration Ground Systems are progressing well in development of our initial exploration capabilities. The Exploration Flight Test-1 (EFT-1) of the Orion capsule systems and heat shield is scheduled for late 2014 on a Delta IV launch vehicle. All the major contracts for these systems are in place. Manufacturing tooling for SLS is being installed at the Michoud Assembly Facility, and the launch pad, mobile launch platform, and Vehicle Assembly Building upgrades are underway at the Kennedy Space Center. By the end of 2016, the first SLS core stage will arrive at the Stennis Space Center for hot-fire testing. The Exploration Mission-1 (EM-1) first test launch of SLS with Orion utilizing the Exploration Ground Systems infrastructure is planned for fiscal year 2018. This mission, the first to a Distant Retrograde Orbit (DRO) around the moon, will leverage this cis-lunar proving ground to practice sophisticated DRO trajectory operations, perform system tests in a high radiation environment, and demonstrate operation of human rated vehicles farther from Earth than ever before. The Exploration Mission-2 (EM-2) in 2021-2022 will be the first to carry humans into the cis-lunar proving ground, on a mission duration of about 25 days, testing and demonstrating our ability to live and work independent from Earth. SLS and Orion, in their evolved forms, will be the transportation system that carries humans and supporting cargo to the Martian system. The initial SLS configuration will yield a 70 metric ton (mT) to LEO capability, evolvable to 105 mT and 130 mT via a combination of upper stage and advanced booster additions, to make it both Mars-capable and a valuable launch vehicle asset with the potential to transport other government and NASA science missions. The capabilities of Orion will evolve and be augmented with an in-space human habitat module for long duration stays beyond the moon.

Sustained investments in new technologies and advance capabilities are essential to close our knowledge gaps and safely take our first steps beyond low Earth orbit and into deep space and to Mars. While the SLS and Orion programs are well underway to providing transportation beyond LEO, there are several additional (and necessary)

technologies in various stages of conceptualization, development, and testing by NASA's Space Technology Mission Directorate (STMD) and HEOMD's Advanced Exploration Systems (AES) Division. Both these organizations mature lower Technology Readiness Level (TRL) technologies into flight proven, reliable systems for eventual use by Mars pioneers. STMD manages a portfolio approach, ranging from early-stage technology concepts addressing long-term exploration needs, to high technology readiness level spaceflight demonstrations required for near term exploration missions. STMD focuses on crosscutting technologies and capabilities needed to achieve future robotic and human exploration missions. STMD's Game Changing Program matures component and subsystem-level technologies, while AES integrates the advanced subsystems technologies developed by STMD to create prototype flight systems for use by HEOMD's current space flight systems development programs. Focused on mission fusion, STMD also executes in-space demonstrations of critically needed technologies to bridge the gap to successful utilization of crosscutting capabilities spanning customers in NASA Science, Human Exploration and the broader national aerospace community.

Key technology areas include:

- High-efficiency in-space transportation systems based on high power solar electric propulsion (SEP) and cryogenic propellant storage;
- Space optical communications and advanced deep space navigation for efficient high bandwidth data transmission and assured spacecraft position and state vectors;
- Advanced highly reliable and efficient life support and in situ resource utilization to ensure that deep space exploration mission can safely occur independent of earth;
- Mars entry, descent, and landing technologies and systems for masses an order of magnitude greater than the system that landed the Curiosity rover;
- Space robotic systems and automation such as humanoid robots and autonomous rovers to offload astronaut workloads and substantially extend the science and exploration that humans will perform at destinations;

- Lightweight space structures and advanced manufacturing with a focus on large composite structures, composite launch vehicle structures and lightweight habitats;
- Advance surface power generation and storage systems to provide the energy needed at deep space destinations to sustain life and perform science and exploration.

NASA developed (and is updating) its Space Technology Roadmaps and Space Technology Investment Plans to detail the specific technologies NASA may pursue in each area and focus the integrated Agency technology efforts toward most efficiently achieving NASA's strategic goals.

### **The Path to Mars: Into the Proving Ground of Cis-lunar Space**

The path to Mars runs through cis-lunar space and we can exploit the beneficial features of this region in a relatively low-risk environment. We also can benefit from international and commercial partnerships to prepare our hardware and gain experience for human missions beyond and on to Mars. High Earth orbits, the DRO around the Moon to which EM-1 and EM-2 will fly, and the Earth-Moon Lagrange points are all orbital locations in which deep space systems can be tested and operational procedures validated while still close enough to Earth to safely recover systems in the event of problems. Cis-lunar space is ideal for the advancement of deep space systems such as human deep space habitation.

The series of missions NASA is planning in the proving ground of cis-lunar space follow a sustainable approach to developing the capabilities required to get humans to Mars. NASA is refining mission objectives of the Orion/SLS EM-2, and EM-3 to incorporate additional operational testing relevant to the Asteroid Redirect Mission (ARM) in the cis-lunar environment. Systems testing and demonstration and risk reduction for the ARM crewed mission and future missions to Mars moons, Mars orbit and Mars surface will all be important drivers for these missions. Using current candidate asteroids, a mid-2019 launch of the advanced solar electric propulsion (SEP)-based ARM robotic spacecraft and a substantial asteroid mass returned to a stable lunar DRO would allow for astronaut exploration and sampling in the 2024-25 timeframe via SLS and Orion. NASA's plan is for this crewed mission to encompass 26-28 days, including five days in the lunar DRO for Orion rendezvous and docking with the ARM

robotic spacecraft and attached asteroid mass to conduct astronauts' extravehicular activities (EVAs) to obtain select samples.

One other benefit afforded by the cis-lunar environment is the 'low energy' transfer of spacecraft between the Mars environment and our moon—avoiding the need for large propulsion systems to escape or descend into the Earth's strong gravity. While low speed and best for non-perishable items, cargo can be efficiently transited among Mars-lunar locations, allowing for optimization of human missions and durations and possibly increased economy with the re-use of key systems and spacecraft. For example, with an existing cis-lunar spacecraft and docking capability, samples from the lunar or Martian surfaces can be transported via robotic spacecraft to a DRO around the moon for accessing, study and retrieval by astronauts via Orion and SLS. Human missions to Mars will be preceded by cargo pre---emplaced robotically; transfer vehicles propelled by solar electric power systems can very efficiently shuttle cargo well in advance of crew arrival, thus decoupling crew and cargo missions, easing orbital mechanics launch constraints and opening up architectures to more cost-efficient solutions.

The **Asteroid Redirect Mission (ARM)** leverages and integrates existing programs in NASA's Science, Space Technology and HEO Mission Directorates to provide a moderately low marginal cost opportunity to exercise our emerging deep space exploration capabilities on the path to Mars. SMD's Near Earth Object Observation program will identify and characterize candidate targets. A robotic mission using advanced solar electric propulsion will encounter and redirect the selected near-Earth asteroid (or boulder from the surface of a larger asteroid) into a lunar DRO, where it can be visited by a crewed Orion mission that will return samples to Earth for detailed analysis. ARM will test the transport of large objects using advanced SEP, automated rendezvous and docking, deep space navigation, integrated robotic and crewed vehicle stack operations in a deep space environment, and extra-vehicular activities (EVAs) outside of Orion that will be needed for future cis-lunar space and Mars missions. NASA's strategy is that the ARM SEP module and spacecraft bus would be used for the first cargo missions to Mars and its moons. We might do so by procuring these systems commercially to lower cost and for reproducibility. Another option is to repurpose the ARM vehicle after its first mission, as a lowest cost option to transport or in situ

resource utilization (ISRU) payload to Mars' moon Phobos and back to lunar DRO. Coupled with a new entry, descent and landing capability, a science or ISRU payload could be placed on the Martian surface. In any case, the reuse of space infrastructure such as the ARM spacecraft is a key principal of sustainable space exploration. A second mission for the ARM spacecraft could provide information essential to selecting the path to Mars and significantly reduce the risks facing human explorers—such as understanding our ability to leverage

Phobos resources, and characterizing the surface and microgravity environments. These are among the options being studied this year.

Mars-class missions will require crew life support for many hundreds of days at a minimum; a **deep space habitation capability (hab)** is critical for mission success. It is essential that the hab design receive thorough testing in a relevant deep space microgravity and high radiation environment—well before a final design and committing a crew on a Mars mission. The first deep space hab could be provided by a commercial or international partner, and could provide additional resources including power, EVA suits, stowage, science instruments, and advanced life support testing for Mars class missions as well as extend the in-space time of crewed Orion missions. The hab element also could facilitate additional docking ports to open the cis-lunar space to commercial and international missions in concert with or in addition to the Orion flights. In keeping with our space infrastructure reuse principle, a deep space hab also could provide a dual purpose, in addition to proving systems for Mars missions, by potentially serving as a staging point for lunar surface robotic science or human missions sought by our international partners. Based on the early results of orbital mechanics studies, the cis-lunar proving ground is a favorable location to test and develop the Mars class spacecraft systems prior to sending humans to pioneer Mars.

Our **moon** is of great interest to countries that worked with NASA to develop the Global Exploration Roadmap (GER). NASA is interested in operations in various lunar orbits for the reasons cited above, and in samples returned from the South Pole-Aiken Basin region. Various international partners are interested in both robotic and human missions to the lunar surface, and NASA will likely go with them in some way. U.S. commercial entities also have interest in robotic lunar missions through NASA's Lunar

CATALYST program, which aims at enabling commercial provision of lunar landing services. NASA exploring the possibility of utilizing one of these commercial landers to place a Regolith and Environment Science and Oxygen and Lunar Volatile Extraction (RESOLVE) payload onto the lunar surface later this decade, an early test of ISRU with lunar regolith. Consistent with the GER, a web of international, NASA and commercial partnerships will yield both robotic and crewed spacecraft around and on the Moon. Additionally, many of our international partners want to send humans to the lunar surface. NASA may participate at some level, as the lunar surface affords some benefit in partial Earth-gravity operations. But NASA's human spaceflight focus is on advancing technologies and operational experience in long-duration missions in the cis-lunar proving ground, using DRO missions, on the path that leads to Mars.

The **moons of Mars**, Phobos and Deimos—themselves likely captured asteroids—may contain material accrued from the Martian surface as well as resources useful for expeditions to the Martian surface. Orbital locations around Mars, including its two moons, provide potential staging areas for transit habitats and cargo assets for human expeditions to the Martian system. Cargo shuttled by SEP-propelled spacecraft between orbits around Earth's moon and orbits around Mars and its moons may figure prominently in the human pioneering of Mars.

### **Building Toward Earth-Independent Exploration**

NASA and its partners already are exploring **Mars' surface**, with humans working through our robotic spacecraft to prepare the way for future human pioneers. Current Mars exploration is showing us amazing features of the Red Planet—it once had a denser atmosphere and liquid water on its surface—but it underwent dramatic change that may hold lessons for understanding our own changing planet. Even so, today Mars has nitrogen, trace oxygen and water vapor in its atmosphere, along with water ice at its poles and close its surface over much of the planet. These valuable elements can be harvested to provide nutrients for plants, fuel for propulsion systems and breathable air for future human pioneers. Understanding the viability of ISRU early in concept planning can dramatically alter our plans for pioneering the Martian surface. Building off of the successful radiation monitor already operating on the Curiosity rover, the next Mars rover is planned for launch in 2020. Just as these rovers help us answer the

question if life ever existed on Mars in the past, we want to know how to successfully put human life on Mars in the future.

Further, the Mars 2020 rover will cache samples for possible return to Earth by future missions. Excited by the long and continuing history of learning from lunar samples returned by the Apollo missions, scientists regard the return of samples from Mars as one of the top priorities for planetary science and a potential boon for preparation of future human missions to Mars. The Mars Reconnaissance Orbiter is scanning the climate and surface of Mars and identifying the best possible landing sites for Mars 2020 and future missions.

On Mars, humans and machines will explore together. Robotic craft are first into new and hazardous environments, but they cannot interact with their environment with the speed, intuitive ease, and efficiency of a human. Designed to operate on the Martian surface for three months, the Opportunity rover has survived for more than ten years and explored more than 22 miles of the Martian surface. When the Apollo 17 crew landed on the Moon in 1972, they equaled that distance in just three days on the lunar surface. Putting human geologists and astrobiologists on Mars will accelerate the pace of discovery and thus the safety and productivity of the pioneers to follow.

Achieving Earth-independent exploration and pioneering capability is a substantial undertaking. We have identified key areas under the broad categories of space transportation, staying healthy in space, and working in space and planetary environments in order to guide our technology and future mission planning.

### **The Next Steps: Mission Plans for the Coming Decade**

NASA's next steps are steps toward extending human presence into the solar system and to the surface of Mars.

**ISS:** The United States has announced plans to extend ISS operations and utilization to at least 2024, and we anticipate codification via Congressional authorization. In 2015, the ISS partners will conduct a one-year mission with an astronaut and a cosmonaut to accelerate our understanding of needs and means to enable long-duration space flight.

**Commercial Crew Transportation Capability:** NASA and its commercial partners are working toward the first commercially provided transportation of crews to and from the ISS by the end of 2017. Later this year, NASA will select from among the proposing partners that shall proceed into the development and certification phase.

**Exploration Flight Test-1 (EFT-1):** In December 2014, the first Orion vehicle will launch aboard a Delta IV rocket with the aim of returning back through the Earth's atmosphere at the velocities that will be experienced by deep space crewed missions. This will be a test of the Orion heat shield and other critical systems, leading to the final design of the first crewed Orion vehicle.

**EDL Capability:** Aerodynamic decelerators are identified as key technologies needed to enable many future planetary exploration missions for NASA, which cannot be accomplished today. Included in those missions are scientific missions focused on exploring the Southern Highlands of Mars and eventually delivering the large mass payloads required for human exploration to the surface of Mars. STMD investments are exploring multiple classes of aerodynamic decelerators such as hypersonic inflatables, supersonic inflatables, mechanically deployables and supersonic parachutes. The key technology advancements needed to realize the benefits of inflatable decelerators are being established within the Low Density Supersonic Decelerator (LDSD) project and the Hypersonic Inflatable Atmospheric Decelerators (HIAD) project. The LDSD project is currently demonstrating both inflatable decelerator and advanced parachutes at supersonic speeds from a solid rocket propelled vehicle dropped from a high-altitude balloon, with a first test planned for June 2014 of the world's largest supersonic parachute. The HIAD Project is orchestrating a series of ground and flight tests in the next few years to demonstrate the viability of thermal resilient materials manufactured in robust configurations to withstand the extreme structural and thermal environments experienced during atmospheric entry. STMD also is investigating mechanically deployable hypersonic aerodynamic decelerators and the use of supersonic retro propulsion technology as an alternative aerodynamic deceleration. It also is engaging with SpaceX to utilize the company's first stage return engine data to help understand supersonic thruster atmospheric interaction.

**2014 Discovery Announcement:** Working with STMD and HEOMD, SMD's Planetary Science Division (PSD) held a Technology Day for Discovery mission proposers to showcase technologies under development that could support Discovery proposals in response to this year's Announcement of Opportunities (AO). HEO and STMD presented several technologies that have been under development to support human exploration activities that could have direct applicability to a Discovery mission. PSD hopes that in working together to share technologies across our robotic and human missions, we can expand the user base and experience for these new technologies. Specific technologies have been identified in the Discovery AO for incentives to the proposal team including NEXT solar electric propulsion system, a new heat shield technology (HEEET), optical communications and atomic clock. All of these can be applicable to future human mission. In addition, we introduced Advance Landing and Hazard Avoidance Technology, Advanced Solar Arrays, and Green propulsion technologies to the Discovery proposers as advanced technologies that were ready for proposals.

**Exploration Mission-1 (EM-1):** In Fiscal Year 2018, NASA will conduct the first integrated flight test of Orion and SLS. The rocket will launch Orion into a distant retrograde orbit around the Moon—the orbit that figures so prominently in our future human Mars exploration plans. EM-1 and subsequent missions will include the deployment of secondary payloads to accomplish a variety of exploration, technology and science test objectives. EM-1 also will use a Service Module provided by the European Space Agency, leading off the international human deep space exploration partnership.

**Asteroid Redirect Mission:** In about 2019, NASA will launch a robotic mission to rendezvous with a near Earth asteroid and redirect it (or a boulder extracted from a larger asteroid) into a stable orbit around the moon to exercise systems and operational techniques critical to future missions to Mars and its moons. The choice of mission option will be made by the end of this year in preparation for Mission Confirmation Review in early calendar year 2015. Candidate target identification and characterization is underway through NASA's Near Earth Object Observation Program, with at least one viable target already identified for each mission option. ARM will fully demonstrate a

50 kilowatt (kW)---class high power SEP tug that could later extend to provide a highly efficient cargo and logistics transportation system for a Mars campaign

**Mars 2020:** In 2020, NASA will launch a new rover to Mars that will seek signs of past life on the Martian surface. The Mars 2020 heat shield will be instrumented to provide additional data on the performance of the shield during descent through the Martian atmosphere, thus informing design of entry, descent and landing systems for future human missions. The Mars 2020 rover also will carry science and exploration technology investigations that advance the state of knowledge needed to prepare for future human and robotic pioneers on Mars.

**Exploration Mission-2 (EM-2):** In 2021-22, NASA will launch the first crewed mission of Orion and SLS. This will be the first mission to demonstrate crewed flight beyond low Earth orbit; carrying a crew of up to four farther into space than humans have ever traveled.

**Exploration Upper Stage:** NASA is working toward development of a new upper stage in time for EM-3, and sooner if possible, which would advance SLS to a greater than 105mT capability.

**Asteroid Redirect Crewed Mission:** NASA plans to conduct the Asteroid Redirect Crewed Mission (ARCM), once the asteroid is in a stable orbit around the moon. The timing of this mission depends on the orbital attributes of the asteroid chosen. ARCM will demonstrate EVA out of Orion and other critical operations needed for future deep space exploration.

**Exploration Augmentation Module Partnership:** NASA is investigating concepts for deep space habitation module systems development. The deep space habitation module itself is likely to be provided by a commercial or international partner—or some hybrid of these.

Beyond the early Exploration Missions above, NASA plans to achieve a regular, more frequent cadence of missions, to include both crewed missions with Orion and uncrewed missions of SLS carrying exploration cargo or future science missions to deep

space. Thus current SLS development efforts provide pathways for evolution in lift capability and focus on affordability of production and launch operations.

## **Summary**

We already have taken the first steps on the path to Mars and our future course is being charted in accordance with continuing stakeholder dialog, founded on the principles, architecture studies and capabilities in development for the Evolvable Mars Campaign. Many of the building blocks, such as SLS, Orion, ARM and various technologies already are in development or formulation. The studies under the rubric of the Evolvable Mars Campaign will continue through this summer and we will engage our stakeholders throughout the process to further refine our roadmap to Mars. We plan to issue a revision to the Voyages document—with a more detailed roadmap to Mars—by the end of this calendar year, after more rounds of discussion with our partners and stakeholders. We also are laying the foundation for partnerships with both other nations and the US commercial sector. This will be an evolving roadmap; we will fill in more detail—and some major pieces—in the months and years to come as options and partnerships materialize and mature. We will shape and proceed along the path to Mars at the pace fiscal and technological conditions allow, as explorers and pioneers always have. And like those who have gone before, we have our eyes on the frontier, and on a better future for the nation and for humankind.

## **5. Literaturverzeichnis**

- Brinker, Klaus/Cölfen, Hermann/Pappert, Steffen (2014): Linguistische Textanalyse: Eine Einführung in Grundbegriffe und Methoden. 8. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin
- Nord, Christiane (2009): Textanalyse und Übersetzen: Theoretische Grundlagen, Methoden und didaktische Anwendung einer übersetzungsrelevanten Textanalyse. 4. überarbeitete Auflage. Tübingen
- Schmidt, S.J (1976): Texttheorie: Probleme einer Linguistik der sprachlichen Kommunikation. 2. erweiterte Auflage. München
- Thiel, Gisela (1974a): Methodische Probleme einer übersetzungsunterrichtlich relevanten Textanalyse. In: Kapp, Volker (Hrsg.) (1974): Übersetzer und Dolmetscher. München. 174-185.
- Thiel, Gisela (1978): Führt die Anwendung linguistischer Analysemodelle zu einer übersetzungsdidaktisch relevanten Textanalyse? In: Gomard, Kirsten/Poulsen Sven-Olaf (Hrsg.) (1978): Übersetzungswissenschaft. Aarhus. 37-54.
- Wilss, Wolfgang (1977b): Übersetzungswissenschaft: Probleme und Methoden. Stuttgart.

### **Internetquellen:**

- B., Charlie (2014): Pioneering Space: The Next Steps on the Path to Mars. Reston, Virginia: Spaceref.com [http://spaceref.com/news/viewsr.html?pid=45753] Abruf: 20.04.2015
- Bibliographisches Institut GmbH (o. J.): Juxtaposition. Berlin: Duden.de [http://www.duden.de/rechtschreibung/Juxtaposition] Abruf: 20.04.2015
- National Aeronautics and Space Administration (2015): About NASA. Washington, DC: nasa.gov [http://www.nasa.gov/about/index.html] Abruf: 20.04.2015

- National Aeronautics and Space Administration (2015): NASA Reports and Transcripts. Washington, DC: nasa.gov  
[<http://www.nasa.gov/news/reports/index.html#VLfB33uH9x4>] Abruf: 20.04.2015
- Oxford University Press (2015): Long dash (—). Oxford: OxfordDictionaries.com  
[<http://www.oxforddictionaries.com/us/words/long-dash-american>] Abruf: 20.04.2015
- Poway Unified School District (2010-2011): Glossary of Rhetorical Terms – AP English Language and Composition. San Diego, CA: Powayusd.com  
[<http://www.powayusd.com/pusdwvhs/AP/2010-2011/Docs/Summer%20Assignments/RhetoricalTermsList.pdf>] Abruf: 20.04.2015
- Schönke, Eva (2010): Textlinguistik – Glossar: Textsorten. Bremen: Uni-Bremen  
[<http://www-user.uni-bremen.de/schoenke/tlgl/tlgl.html>] Abruf: 20.04.2015
- UniLearning (2006): Report Writing: The Structure of Business Reports  
[<http://unilearning.uow.edu.au/report/4b.html>] Abruf: 20.04.2015
- Wikipedia (2015): Die freie Enzyklopädie. Stichwort: MAVEN.  
[<http://de.wikipedia.org/wiki/MAVEN>] Abruf: 20.04.2015

## **6. Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Hausarbeit hat noch keiner Hochschule als wissenschaftliche Arbeit vorgelegen.

Magdeburg, den 28.04.2015