

Neue Zürcher Zeitung

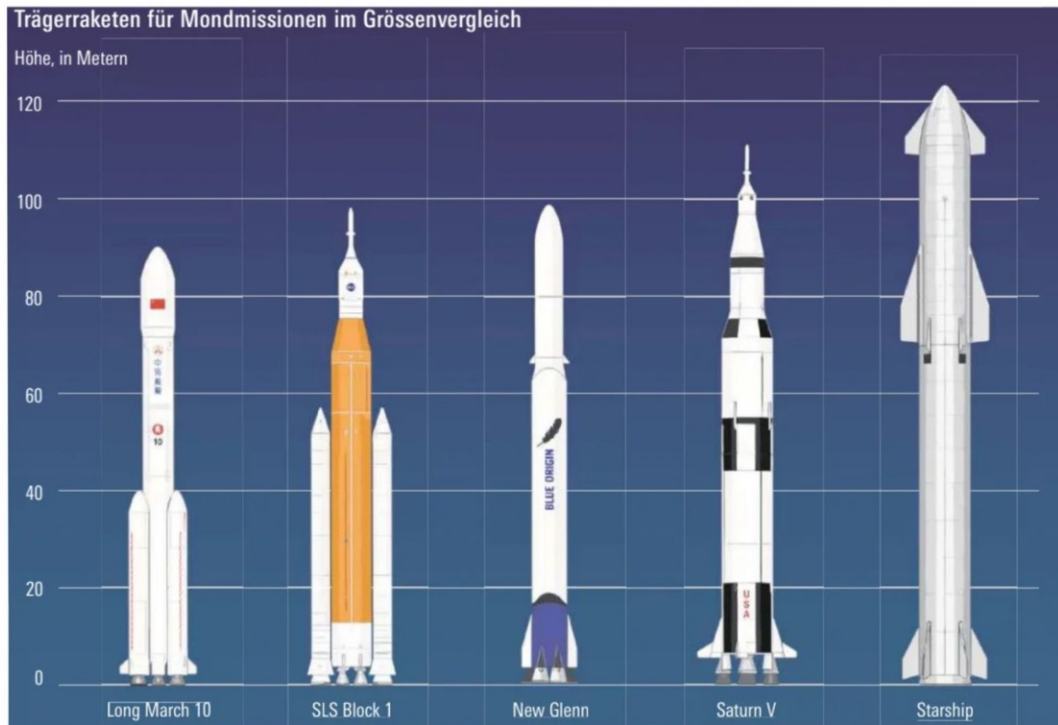
NZZ – GEGRÜNDET 1780

Samstag, 23. Mai 2026 · Nr. 117 · 247. Jg.

AZ 8021 Zürich · Fr. 6.50

Eine verdammt grosse Rakete

Das Starship soll die Kolonisierung des Mars ermöglichen und dazu beitragen, auch andere Raumfahrtziele wie Mondbasen und Frachttransporte zu erreichen. Die Geschichte von Elon Musks grösster Idee. VON ANNA WEBER



Datenzentren im Weltall, touristische Reisen in den Orbit, Flüge von Paris nach New York in nur dreissig Minuten: Das Starship soll vieles möglich machen, was heute nach Science-Fiction klingt. Und das eigentliche Ziel ist noch viel ambitionierter. Elon Musks Raumfahrtfirma SpaceX schreibt auf ihrer Website, das Starship werde «eine Zivilisation auf dem Mars und letztlich die Erschliessung des Universums» ermöglichen. Dabei hat das Raumschiff noch nie auch nur die Erdumlaufbahn erreicht. Von den bisher elf Testflügen sind fünf schiefgegangen, in den vergangenen sechs Monaten gab es gar keine Starts.

In den kommenden Tagen soll der zwölfte Testflug stattfinden, bei dem zum ersten Mal die dritte Version des Starship fliegt. Bei dem Test muss die Rakete zeigen, dass sie sicher abheben kann und sich beim Flug kontrollieren lässt. Von einer Landung auf dem Mars ist sie weit entfernt. Und dennoch: Einiges spricht dafür, dass das Starship die ambitionierten Ziele von Elon Musk eines Tages erreicht.

Ein grosses Abenteuer

Als Idee existiert das Starship schon seit über zwanzig Jahren. Im Jahr 2005 erwähnte Elon Musk erstmals Pläne für eine «BFR». Das Akronym sollte wohl augenzwinkernd für «big fucking rocket» stehen, eine verdammt grosse Rakete. Sie sollte grösser und leistungsstärker werden als alle Raketen vor ihr. Musks Firma SpaceX war zu diesem Zeitpunkt erst drei Jahre alt und hatte noch keine einzige Rakete gestartet.

Es gibt einen Grund, warum Elon Musk so früh von einer gigantischen Rakete zu träumen begann: Sie ist unabdingbar für seine Vision, eine Kolonie auf dem Mars zu gründen. Ab 2012 nannte er sie deshalb offiziell «Mars Colonial Transporter». Mittlerweile hat sich der Name Starship durchgesetzt.

Eine unabhängige Kolonie auf dem Mars sieht Musk als eine Art Versicherung gegen das Aussterben der Menschheit. Und gleichzeitig als das grösste

Abenteuer unserer Geschichte – mit dem Starship als Hauptfigur. Diese Idee mag absurd klingen – aber bei SpaceX nimmt man sie ernst. Für die Ingenieure war diese Vision die Massgabe, nach der sie ihre neue Rakete entworfen haben. Aus ihr haben sich drei Bedingungen ergeben: Die Rakete muss günstig sein, viel Gewicht transportieren können und massenhaft produziert werden.

So wird es günstig

«Die Erschliessung anderer Planeten ist im Grunde genommen eine Frage der Kosten pro Tonne, die zum Mars transportiert werden muss», schreibt Musk 2024 auf der Plattform X. Solange es mehrere Milliarden Dollar kostet, einen einzigen Rover zum Mars zu schicken, ist eine Kolonie völlig undenkbar.

Um Raketen günstiger zu machen, gibt es einen offensichtlichen Weg: Man fliegt mit der gleichen Rakete mehrmals, statt sie nach einem einzigen Flug wegzuworfen. Letzteres ist bei älteren Raketen die Norm. Auch die teure SLS-Rakete der amerikanischen Raumfahrtbehörde Nasa, die vor kurzem die Astronauten der Artemis-II-Mission ins All beförderte, liegt nun auf dem Meeresgrund. Stattdessen will SpaceX das Starship komplett wiederverwendbar machen. Es soll eher funktionieren wie ein Flugzeug und nach 24 Stunden Wartung für einen erneuten Flug bereit sein.

Teilweise wiederverwendbare Raketen hat SpaceX schon mit den Falcon-Raketen auf den Markt gebracht und damit innerhalb weniger Jahre den Preis pro Kilogramm in die Erdumlaufbahn geschossen: Material von etwa 10 000 Dollar auf rund 1500 Dollar gesenkt. Damit das Starship noch günstiger wird, sollen erstmals beide Teile wiederverwendet werden: sowohl der Booster namens Super Heavy als auch die obere Stufe, die tatsächlich ins All fliegt.

Der Hitzeschild für den Wiedereintritt in die Atmosphäre ist noch eine der grössten Herausforderungen für das Starship. Er muss aus einem Material bestehen, das die Hitze vom Inne-

Das Starship soll wie ein Flugzeug funktionieren und nach 24 Stunden Wartung für einen erneuten Flug bereit sein.

ren des Raumschiffs abhält, dabei selbst nicht zu schmelzen beginnt und möglichst oft funktioniert, ohne ausgetauscht werden zu müssen. Derzeit testet SpaceX bei jedem Flug verschiedene Materialien im Hitzeschild.

Bei der Wiederverwendung des Boosters hat SpaceX im Herbst 2024 im Rahmen des fünften Testflugs bereits einen spektakulären Durchbruch geschafft: Die Unterstufe wurde erfolgreich von einem Turm mit zwei Greifarmen aufgefangen. «Das ist wirklich eine Ingenieursmeisterleistung», sagt Martin Tajmar. Er ist Professor für Raumfahrtsysteme an der Technischen Universität Dresden und Experte für Raumfahrtantriebe.

Gelingt es, das Starship vollständig wiederverwendbar zu machen, dürfte der Preis pro Kilogramm in die Erdumlaufbahn transportiertes Material weiter sinken. Das könnte ganz neue Industriezweige eröffnen: Produktion von Gütern in der Schwerelosigkeit, Datenzentren im All und noch deutlich besseres Satelliteninternet. Für SpaceX wird es hier wohl viele Gewinnmöglichkeiten geben. Doch für Elon Musk ist all das nur Mittel zum Zweck: So will er das Geld verdienen, um die teure Besiedelung des Mars weiter voranzutreiben.

Moderne Triebwerke

Für eine erfolgreiche Mars-Kolonie braucht es eine genügend grosse Rakete. Das Starship ist mit 124 Metern Länge tatsächlich verdammt gross. Und vor allen Dingen kann es mehr Gewicht transportieren als alle anderen Raketen. Die dritte Version des Starship, die bald zum ersten Mal getestet wird, soll bis zu 100 Tonnen Nutzlast tragen können.

Zentral dafür sind die neuen Raptor-3-Antriebe, die bei der dritten Version des Starship erstmals zum Einsatz kommen. Der Booster besitzt 33 dieser Antriebe, die obere Stufe des Starship noch einmal 6. Martin Tajmar ist von ihnen begeistert. «Die Leistungsdaten sind unfassbar, vor allem das Schub-zu-Gewicht-Verhältnis», sagt er. Viel Schub bei

wenig Gewicht: Das ermöglicht es, besonders viel Fracht mitzunehmen.

Das kommt nicht nur einer Besiedelung des Mars zugute, sondern kann schon den kommenden Mond-Missionen der Nasa nutzen. Die Nasa will in den kommenden zehn Jahren eine permanente Mondbasis aufbauen. Dazu müssen viele Tonnen Material zum Mond gebracht werden – eine Aufgabe, für die es Raketen mit grosser Nutzlast dringend braucht.

Auch für die nächste bemannte Mondlandung während der Artemis-IV-Mission könnte das Starship als Mondlandefähre zum Einsatz kommen. Dabei soll die komplette obere Stufe des Starship aufrecht auf dem Mond landen. Im Vergleich mit dem vom Konkurrenten Blue Origin entwickelten Mondlandesystem – oder gar mit der Mondlandefähre der Apollo-Missionen – ist das Starship um einiges grösser.

Allerdings ist es fraglich, ob SpaceX tatsächlich schnell genug mit dem Starship fertig ist. Denn Artemis IV soll schon in zwei Jahren stattfinden. Vorher müsste das Starship beweisen, dass es sicher genug ist, um Menschen zu transportieren, dass es auf dem Mond landen und wieder starten kann und dass es im Orbit wieder aufgetankt werden kann. Dazu müssten in kurzer Zeit sehr viele Testmissionen erfolgreich verlaufen. Die Nasa behält sich derzeit offen, ob sie die Artemis-Missionen mit dem Starship oder mit dem Landesystem des Konkurrenten Blue Origin durchführt.

Elon Musk scheint den Mond jedenfalls vorerst zu einem würdigen Ziel auserkoren zu haben. Auf X hat er im Februar erklärt, der Fokus von SpaceX liege nun auf dem Bau einer Stadt auf dem Mond. Kurze Zeit später schob er hinterher, der Mond sei selbstverständlich nur ein Zwischenschritt. Langfristiges Ziel ist und bleibt der Mars.

Massenhaft Raketen bauen

Selbst wenn man sie wiederverwenden kann und jedes 100 Tonnen trägt: Um Millionen von Tonnen an Fracht zum Mars zu bringen, braucht es viele Starships. Damit rechtzeitig genügend viele bereitstehen, hat sich SpaceX auch hier ein ambitioniertes Ziel gesetzt: Seine Fabriken sollen ein Starship pro Tag herstellen können.

Das geht nur, wenn die Rakete auf eine möglichst einfache Produktion hin optimiert ist. Auch das ist eine Herausforderung. Denn für Elon Musks grosse Pläne braucht es Raumschiffe mit unterschiedlichen Funktionen. Für eine bemannte Mission zum Mond zum Beispiel braucht es ein Starship, das mit einer menschlichen Besatzung im Inneren tatsächlich auf dem Mond landet und von dort auch wieder abhebt.

Doch weil das Starship so viel Gewicht transportiert, reicht eine Treibstoffung nicht für den gesamten Hin- und Rückweg aus. Das Raumschiff muss im Erdorbit nachgetankt werden. Dafür braucht es eine zweite Version des Starship, das als Tanker fungiert.

Hinzu kommen Raketen, die Material transportieren. Und für die Mars-Besiedelung soll es einst eine Variante geben, in der bis zu 100 Menschen Platz haben. Um die Produktion möglichst effizient zu machen, ist das Starship als Schablone konzipiert, die an verschiedene Zwecke angepasst wird.

Nachtanken im Orbit, Landen auf dem Mars, ein wiederverwendbares Hitzeschild: Noch gibt es für das Starship eine lange Liste von Ideen, deren Umsetzbarkeit SpaceX erst noch beweisen muss. Doch in den vergangenen Jahren hat die Firma bewiesen, dass sie aus jedem fehlgeschlagenen Start lernt und stetig Fortschritte macht.

Dass schon in wenigen Jahren eine Million Menschen auf dem Mars leben, bleibt unwahrscheinlich. Dass das Starship die Raumfahrt umkrempelt, scheint dafür umso wahrscheinlicher.

PODCAST & NEWSLETTER «QUANTENSPRUNG»



Jede Woche präsentieren wir eine Idee aus der Wissenschaft und diskutieren ihre möglichen Auswirkungen auf die Welt.

Nutzen Sie den QR-Code, um die neueste Folge des Podcasts zu hören und den Newsletter zu abonnieren.