# Reisen mit Raketen

Autor(en): **Meyer, Jürg H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Pestalozzi-Kalender**

Band (Jahr): **75 (1982)**

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-989690

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

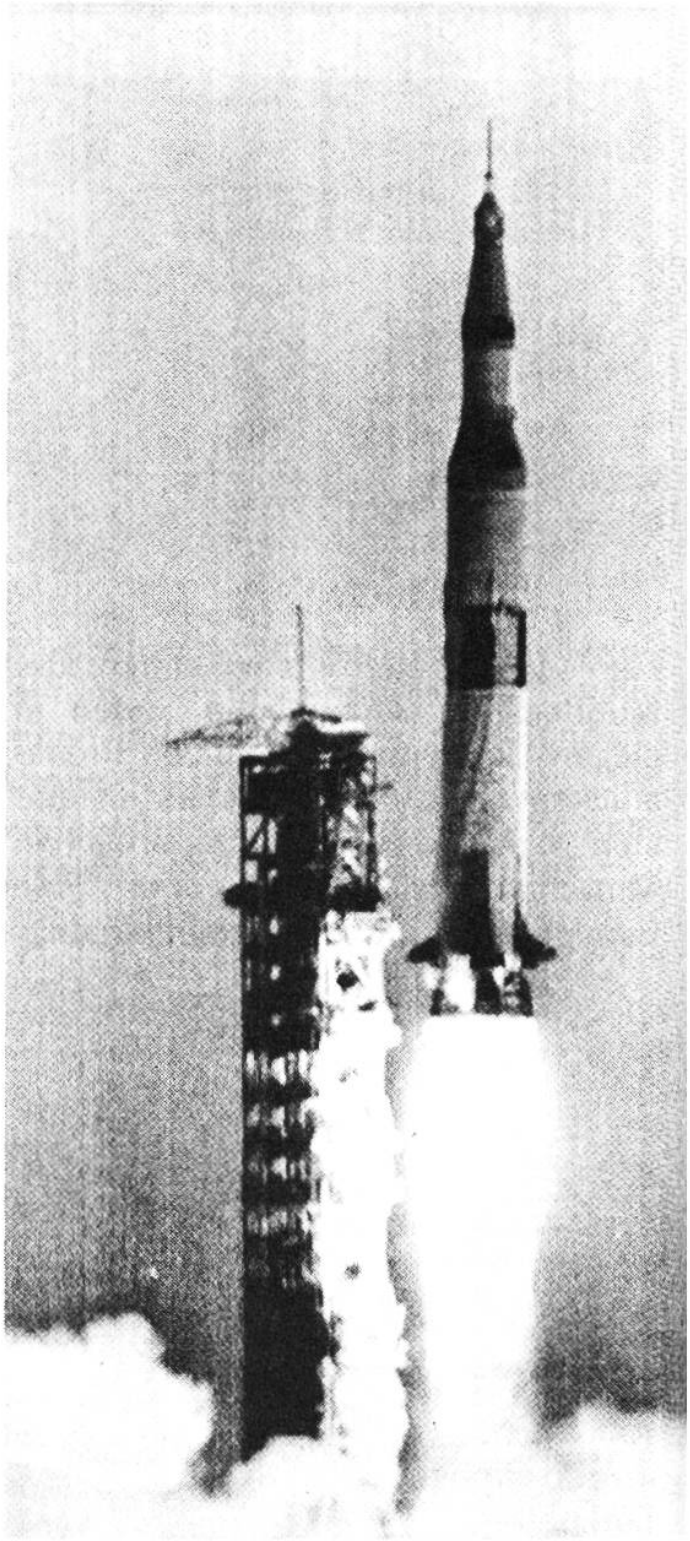
**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Reisen mit Raketen

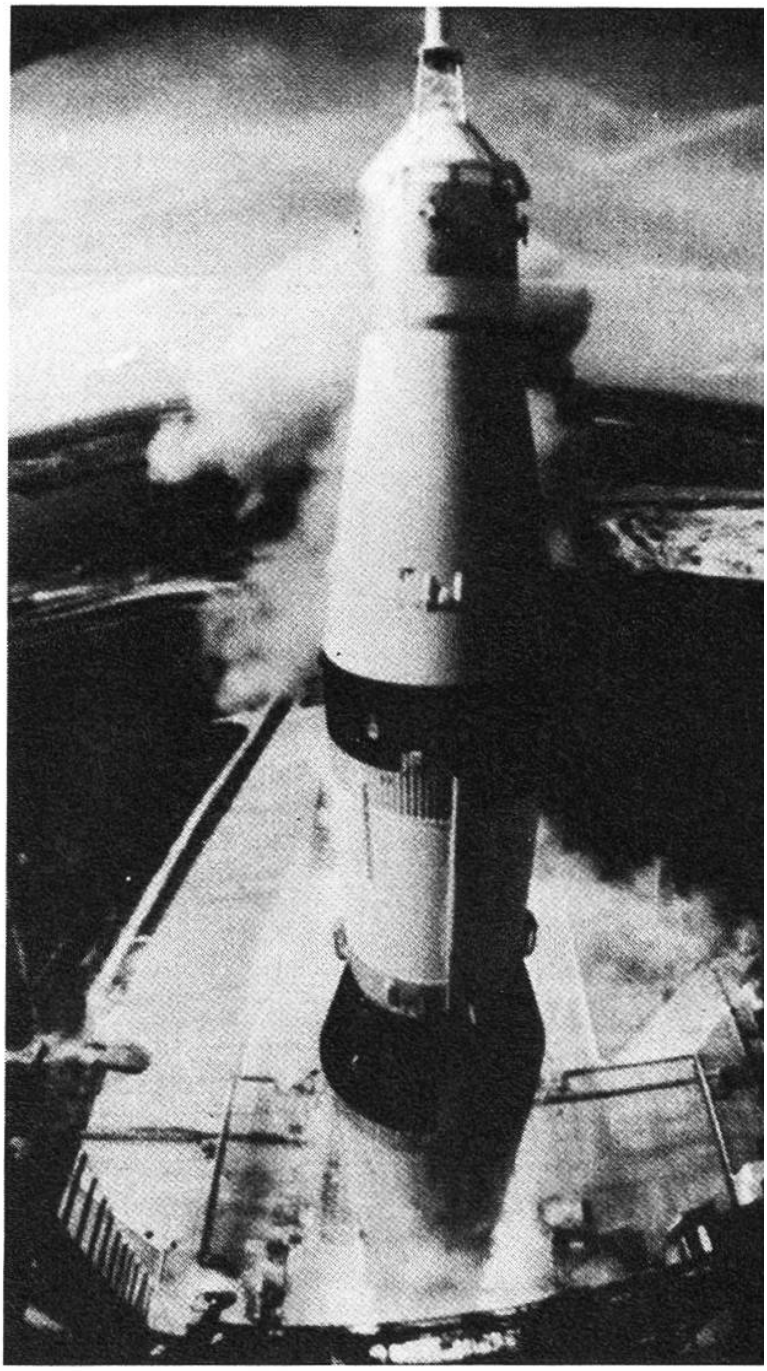


*Die Saturn-Rakete, die Apollo 11 zum Mond trug, kurz nach dem Start. Der «Ritt auf dem Feuerstrahl» ist nur möglich, weil ein hochempfindliches System jede Abweichung der Rakete aus der Vertikalen feststellt und augenblickliche Korrekturen durch Auslenkung der Düsen veranlasst.*

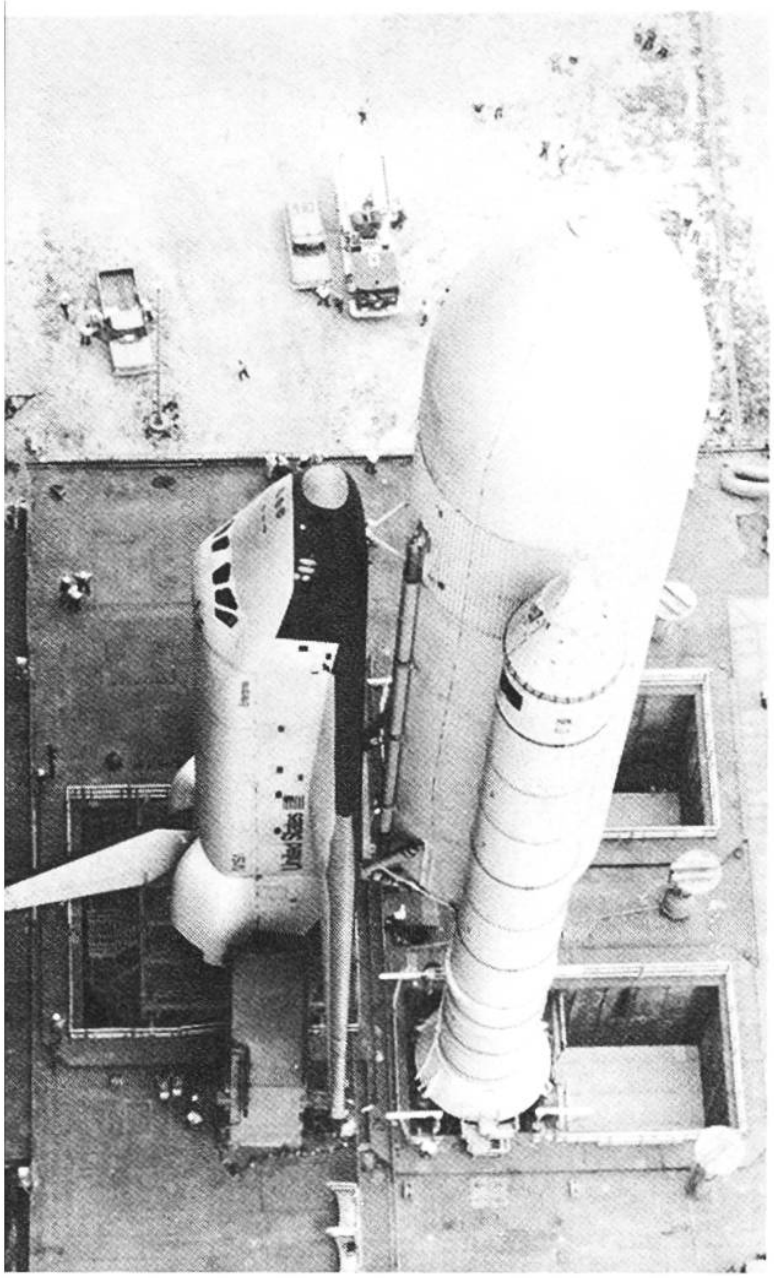
Wenn sie zur Landung ansetzt, fliegt «Space Shuttle», die amerikanische Raumfähre, wie ein Flugzeug. Sie hat Tragflächen und Steuerruder, mit denen sie innerhalb der irdischen Lufthülle aerodynamische Kräfte nutzt. Doch ausserhalb der Atmosphäre, im praktisch luftleeren Weltraum, tragen Flugzeugflügel nicht. Da bleibt, als Antrieb und als Steuermöglichkeit, allein das Raketenprinzip. Eine einfache Sache, die doch – zumal seit den Apollo-Mondflügen – sozusagen jeder kennt, mag mancher meinen.

Gewiss, das Prinzip ist einfach – wenigstens in Form der altbekannten Feuerwerksraketen. Ihre Erfindung wird den Chinesen zugeschrieben, und wenn man der Überlieferung glauben darf, war es auch ein Chinese, der den ersten bemannten Raketenflug wagte: Ums Jahr 1500 baute sich Herr Wan-Hu einen grossen Drachen, bestückte ihn mit 47 Raketen, bestieg den Sitz und befahl seinen Dienern, die Rückstossmotoren alle gleichzeitig anzuzünden. Es habe einen gewaltigen Knall gegeben, wird berichtet, Herr Wan-Hu und sein Drachen seien in einer Rauchwolke verschwunden und nie wieder aufgetaucht.

In seinem Zukunftsroman «Die Reise zum Mond» liess Jules Verne die Mondfahrer mit einer Kanone ins Weltall schiessen. An



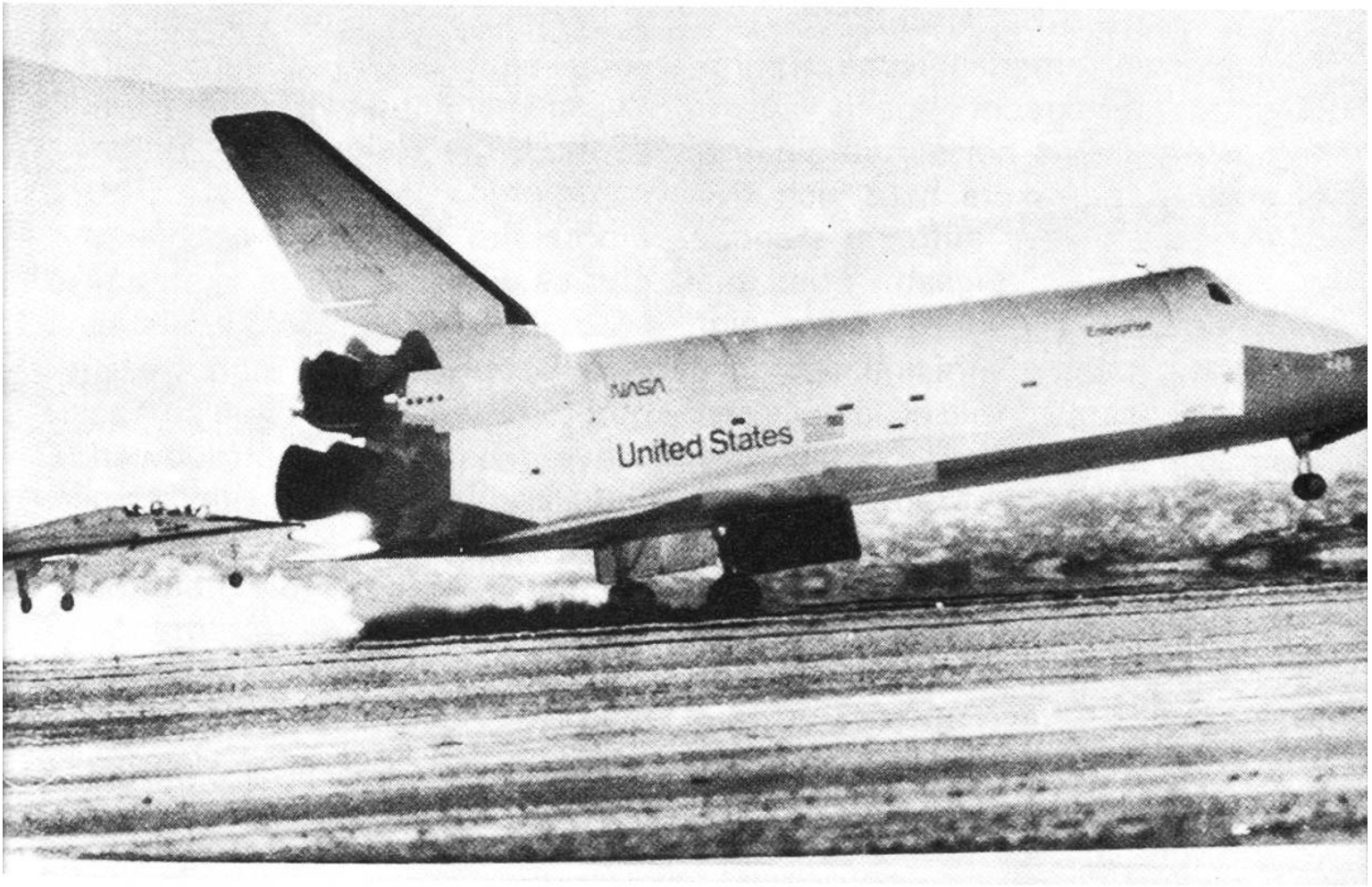
*Das ist das wohl eindrücklichste Bild eines Apollo-Starts, aufgenommen von einer automatischen Kamera am Startgerüst. Man erhält eine Ahnung von der Präzision, mit der die beweglichen Raketendüsen jede beginnende Neigung des turmhohen Giganten ausgleichen müssen.*



*Auch die amerikanische Raumfähre startet – fest verbunden mit ihrer Trägerraketeneinheit – von der Startrampe aus senkrecht nach oben.*

technischer Phantasie mangelte es dem genialen Schrifststeller nicht, doch von exakteren physikalischen Kenntnissen war er eher unbelastet. Er gab sich keine Rechenschaft darüber, dass weder der menschliche Organismus noch eine aufwendigere technische Konstruktion den gewaltigen Beschleunigungskräften bei einer Schussabgabe unbeschadet widerstehen können. Und er ahnte auch nicht, dass ein Geschoss – für uns gemeinhin oft Inbegriff von Schnelligkeit – bei weitem nicht schnell und energiereich genug ist, um in den Weltraum vorzudringen.

Die Mündungsgeschwindigkeit einer Gewehrkugel beträgt rund 1000 Meter pro Sekunde oder 3600 Kilometer pro Stunde. Das entspricht ungefähr der Schnelligkeit des leistungsfähigsten militärischen Überschallflugzeugs. Eine Rakete aber, die einen Satelliten auf eine Erdumlaufbahn hebt, muss eine Geschwindigkeit von gegen 8 Kilometer pro Sekunde erreichen – das entspricht mehr als 28 000 Kilometern pro Stunde. Soll ein Raumschiff gar zum Mond fliegen, das heisst das Schwerefeld der Erde verlassen können, müssen es Raketen auf über 11 Kilometer pro Sekunde, das sind rund 40 000 Kilometer pro Stunde, beschleunigen. Diese sogenannte Flucht- oder Entweichgeschwindigkeit entspricht also rund dem Elffachen der Geschwindigkeit einer Gewehrkugel – ein für uns unvorstellbares Tempo. Und trotzdem halten das Astronauten aus.




*In den dichteren Luftschichten und beim Landeanflug wird die amerikanische Raumfähre wie ein Flugzeug gesteuert. Mit dem wesentlichen Unterschied freilich, dass sie – im Vergleich zu einem herkömmlichen Flugzeug viel rascher sinkend – erheblich schneller und härter auf der Landebahn aufsetzt.*

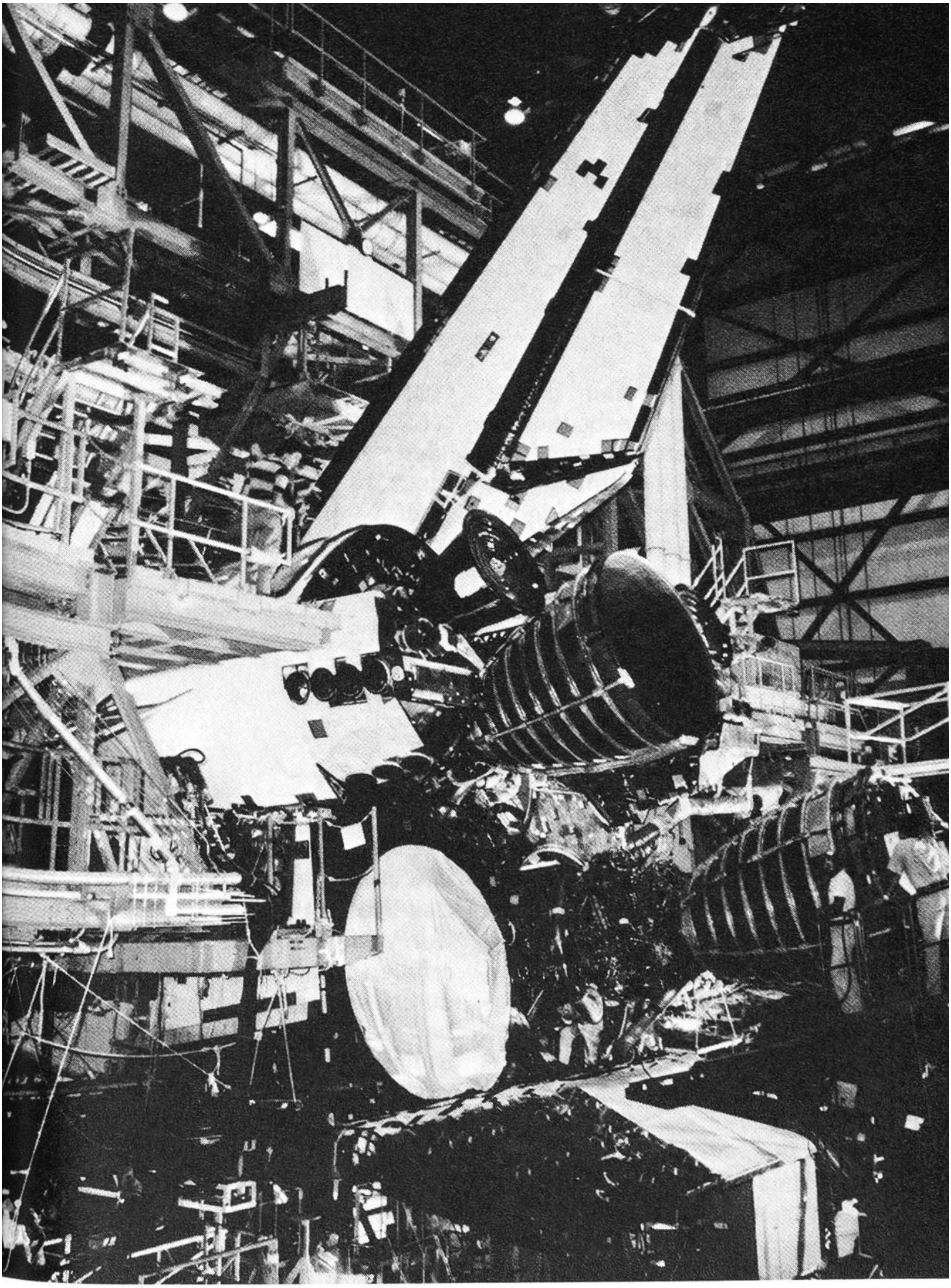
Denn die Rakete, die sie in den Weltraum trägt, hat eben nicht allein den Vorzug, schnell zu sein. Sie beschleunigt machtvoll, aber gerade noch so schonend, dass Mensch und Material die Kräfte unbeschadet aushalten. Ein Raketenmotor ist ausserdem das einzige Triebwerk, das auch im luftleeren Raum funktioniert: Sowohl der Treibstoff wie das zu dessen Verbrennung benötigte Oxydationsmittel, z. B. Sauerstoff, werden – meist in flüssiger Form – von der Erde her mitgebracht. In der Brennkammer des Triebwerks (oder der Triebwerke) gemischt und entzündet, erzeugen sie einen durch Düsen nach hinten schiessenden heissen Gasstrom, der nach dem Rückstossprinzip die Rakete in der Gegenrichtung beschleunigt.

Wie aber wird eine Rakete gesteuert? Eine besonders heikle Phase ist der Start. Wie seinerzeit

die Apollo-Raumschiffe, wird auch die amerikanische Raumfähre senkrecht nach oben gestartet. Das heisst, die gigantische Trägerrakete hebt sich wie ein riesenhafter aufrecht stehender Bleistift langsam über die Startrampe und beschleunigt anfänglich verhältnismässig recht gemächlich. In dieser langsamen Startphase wirken noch keine stabilisierenden Kräfte auf sie, wie sie sich mit zunehmender Geschwindigkeit geltend machen, namentlich auch keine aerodynamischen Einflüsse sowie keine Trägheitskräfte. Warum kippt die turmhohe Trägerrakete dennoch nicht?

In ihrem Innern hat sie eine Art «Gleichgewichtsorgan» – ein durch sehr schnell laufende Kreisel stabilisiertes System, das seine vor dem Start eingestellte Lage unverrückbar beibehält. Beginnt sich die Rakete beim Start auch nur gering zu neigen, merkt dies das stabilisierte System. Es meldet seine Wahrnehmung mit den genauen Werten der registrierten Abweichung einem Computer, der seinerseits dafür sorgt, dass praktisch augenblicklich die Raketendüse(n) eine genau abgemessene Ausschwenkung vollziehen und dadurch die Neigung der Rakete korrigieren.

Einmal im Weltraum angelangt, gibt es wiederum nur Raketenantrieb, um ein Raumschiff zu steuern. Dabei benutzt man freilich nur noch ausnahmsweise das schwenkbare Haupttriebwerk. Satelliten, Raumkapseln und auch die Raumfähre sind an geeigneten Stellen mit Steuerdüsen versehen. Ausströmendes Treibgas unterschiedlicher Zusammensetzung verleiht dem Raumfahrzeug im Bereiche der betätigten Düse einen Impuls in der Gegenrichtung. Solche Steuerraketen waren besonders auffällig an den Seiten des seinerzeitigen Mondlanders zu sehen. Und beim Besuch des Schweizerischen Verkehrshauses in Luzern lohnt es sich, die dort ausgestellte originale Gemini-Kapsel auf die Lage der Steuerdüsen hin etwas genauer anzusehen.

*Jürg H. Meyer*

*Das Heck eines «Space Shuttle» im Bau. Deutlich erkennt man hier die schwenkbaren Düsen der grossen Raketenmotoren.* ▶