

Präzision für die Sterne – unsere Antriebe im All

Bode's Galaxy M81

Dr. Dipl. Werkstoff-Ing. ETH Vinzenz Bissig
maxon motor ag, 17. September 2026

maxon

Agenda

- maxon in a nutshell
- Wie alles begann: Marsmissionen
- Space: eine spezielle Umgebung
- Keine Fehler oder Ausfälle tolerierbar
- Ein Blick in die Zukunft



maxon im Überblick

3200

Expertinnen und Experten
aus unterschiedlichsten
Fachrichtungen.

40

In über Ländern ist die
maxon Gruppe vertreten.

594,7

Mio. CHF Umsatz haben wir
2024 als Team erwirtschaftet.

1729 Motoren

fertigen wir pro Arbeitsstunde. Das
sind 5 690 609 Stück im Jahr.

47,8 Millionen

CHF flossen 2024 in unsere
Forschung und Entwicklung

3-22 Lichtminuten

von der Erde entfernt funktionieren
unsere Motoren auch auf dem
Mars einwandfrei

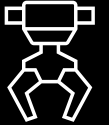
Strategische Märkte

Medizintechnik



Unsere Antriebe erfüllen höchste medizinische Anforderungen an Präzision und Kompaktheit.

Industrieautomation



Wir optimieren Systeme für Industrie 4.0, IoT und KI in Präzision, Nachhaltigkeit und Kosten.

Luft- und Raumfahrt



Unsere präzisen Antriebssysteme sind essenziell für Luft- und Raumfahrt, selbst in Extremumgebungen.

Mobility Solutions



Unsere Systemlösungen ermöglichen elektrische Mobilität, von Radantrieben bis zu autonomen Logistikrobotern.

maxon-Antriebe – ideale Lösungen für das All

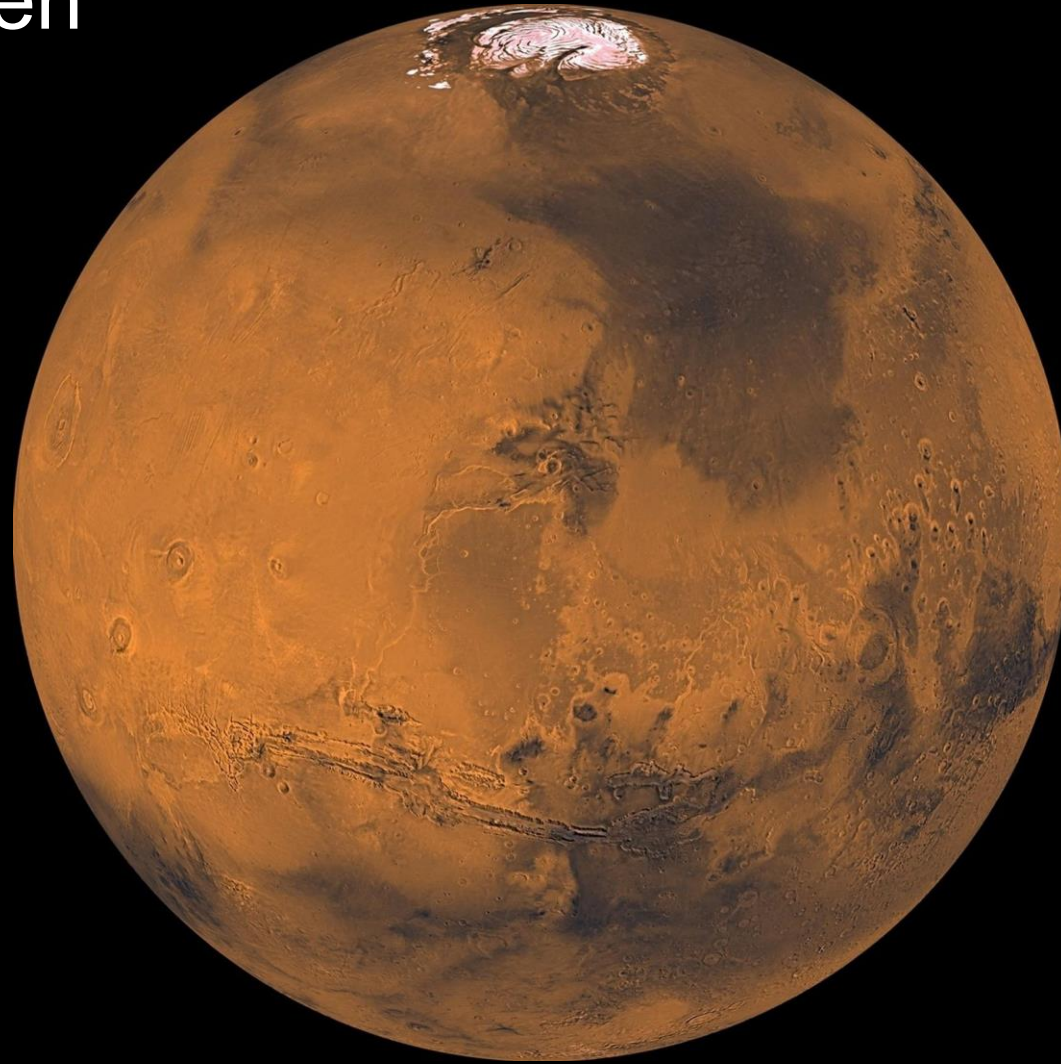
Three small satellites with solar panels and antennas are shown in the upper half of the image, floating in space against a starry background.

1. Präzision & Zuverlässigkeit
2. Hervorragendes Leistungs-zu-Gewicht-Verhältnis
3. Langzeitstabilität unter extremen Bedingungen
4. Modulare Plattformen
5. Low volume – high diversity

Diese Fähigkeiten machen maxon zu einem vertrauenswürdigen Partner für Antriebssysteme in Weltraummissionen.



Der Mars als Bewährungsprobe – unsere Missionen



Mars

Sojourner (1997)

Der Pionier

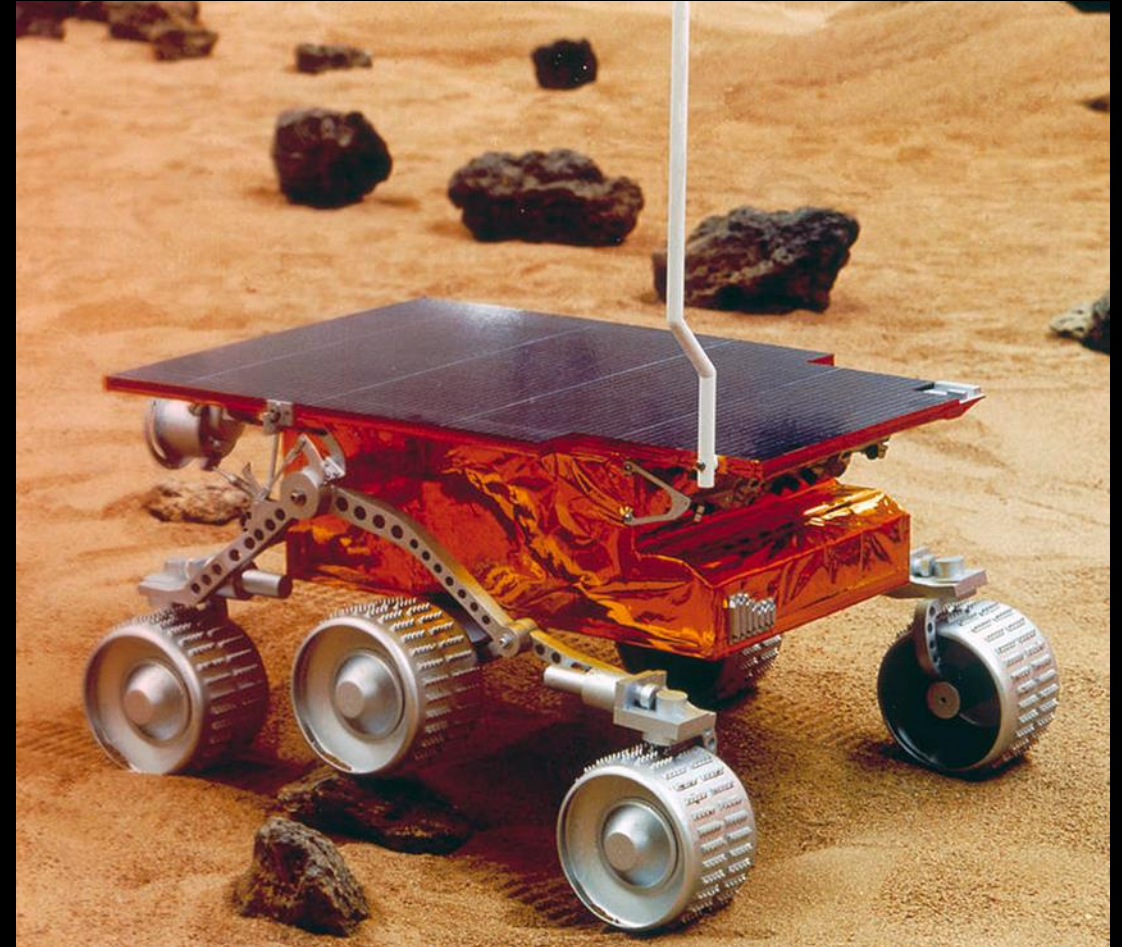
Erster Rover, erster Beweis: maxon funktioniert auf dem Mars.

Wissenschaftliches Ziel

Der Rover bestätigte die vulkanische Zusammensetzung der Marsoberfläche.

Bedeutung für Marsforschung

Die Mission markierte den Beginn einer neuen Ära der planetaren Erkundung und verbesserten Landetechniken.



Spirit & Opportunity (2004)

Die Ausdauernden

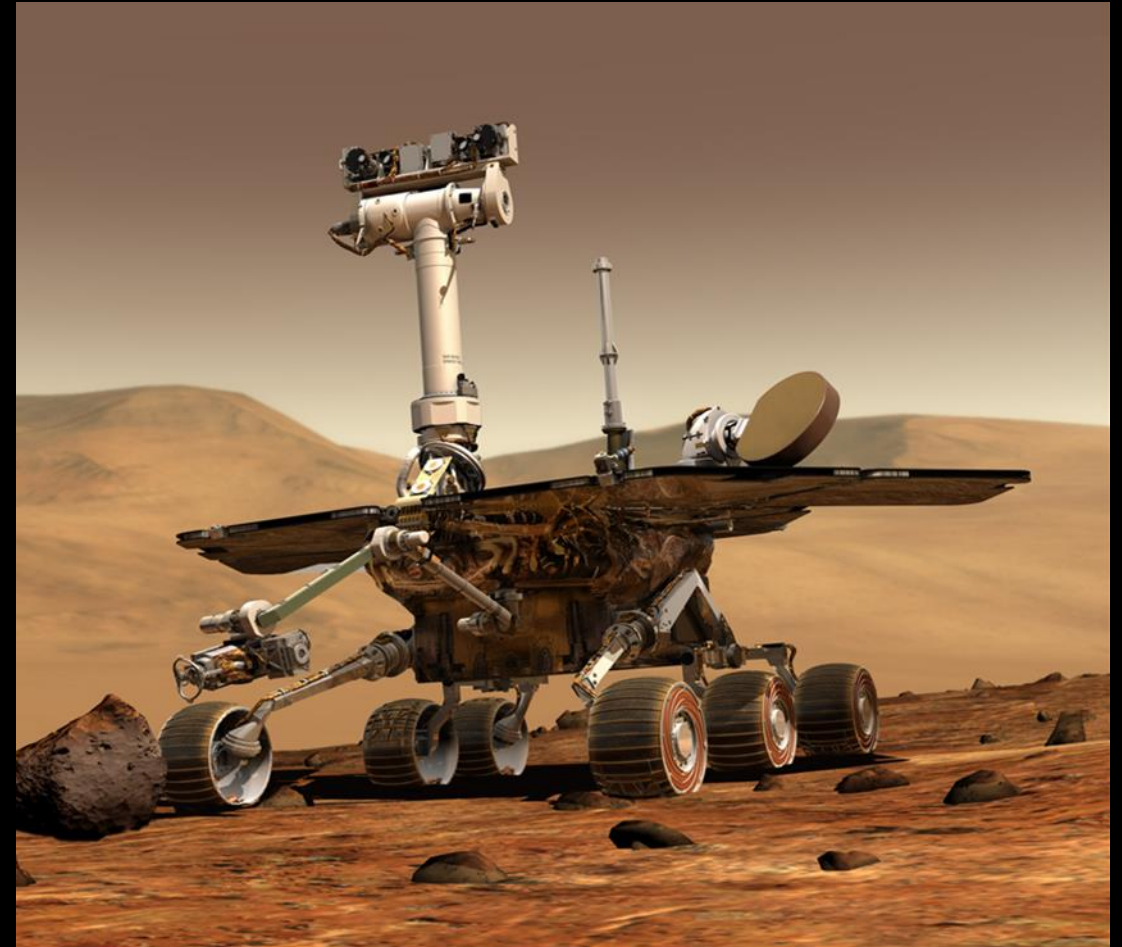
Die maxon-Antriebe übertrafen die geplante Missionsdauer um das 20-Fache (Spirit) resp. 60-Fache (Opportunity).

Wissenschaftliches Ziel

Durch die Analyse der geologischen Formationen wurden Hinweise auf vergangene Wasseraktivität und lebensfreundliche Bedingungen gefunden.

Bedeutung für Marsforschung

Spirit & Opportunity haben bewiesen, dass Langzeitmissionen auf dem Mars möglich sind.



Phoenix (2008)

Die Suche nach Wasser

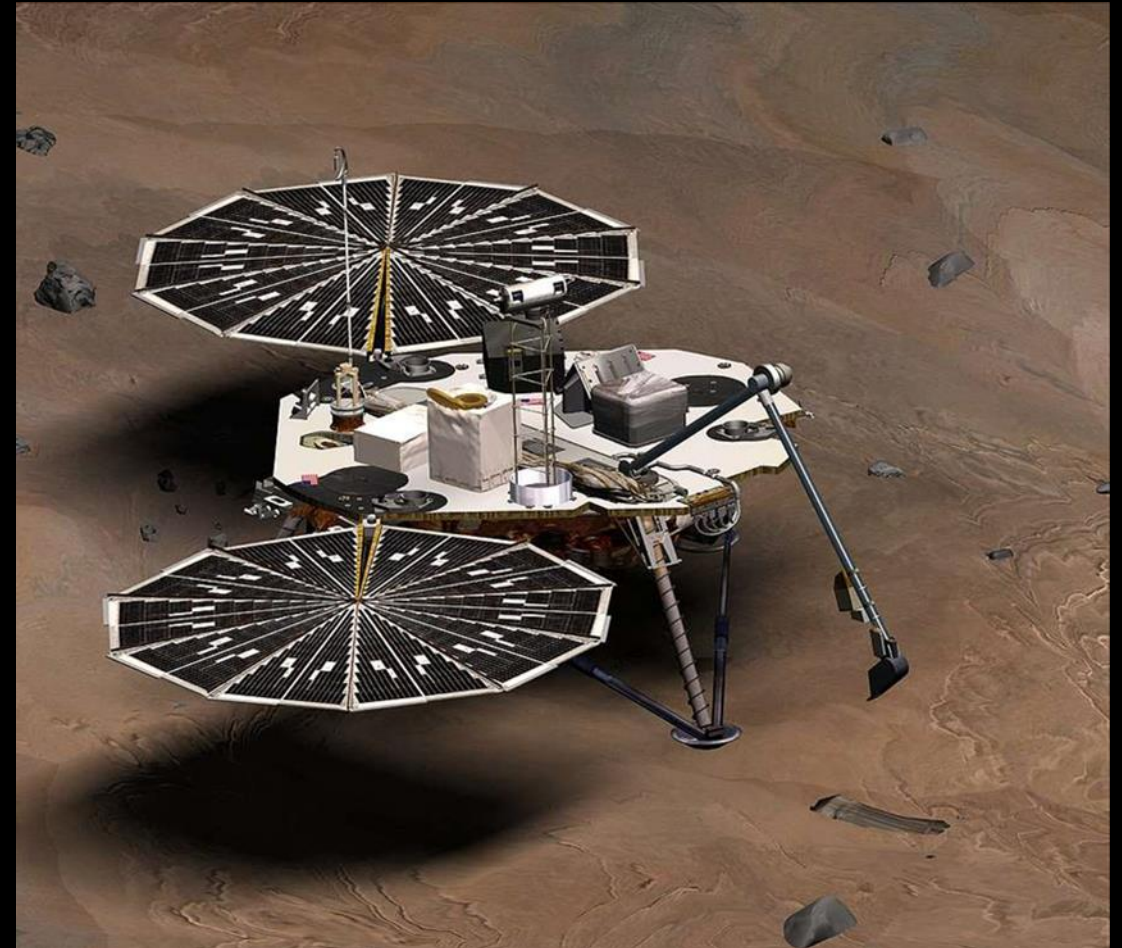
100%-ige Zuverlässigkeit unter arktischen Bedingungen.

Wissenschaftliches Ziel

Phoenix entdeckte Wassereis unter der Oberfläche und führte chemische Analysen durch, die wichtige Hinweise für Leben liefern.

Bedeutung für Marsforschung

Die Mission revolutionierte das Verständnis der Marsgeologie.



Curiosity (2012)

Der Forscher

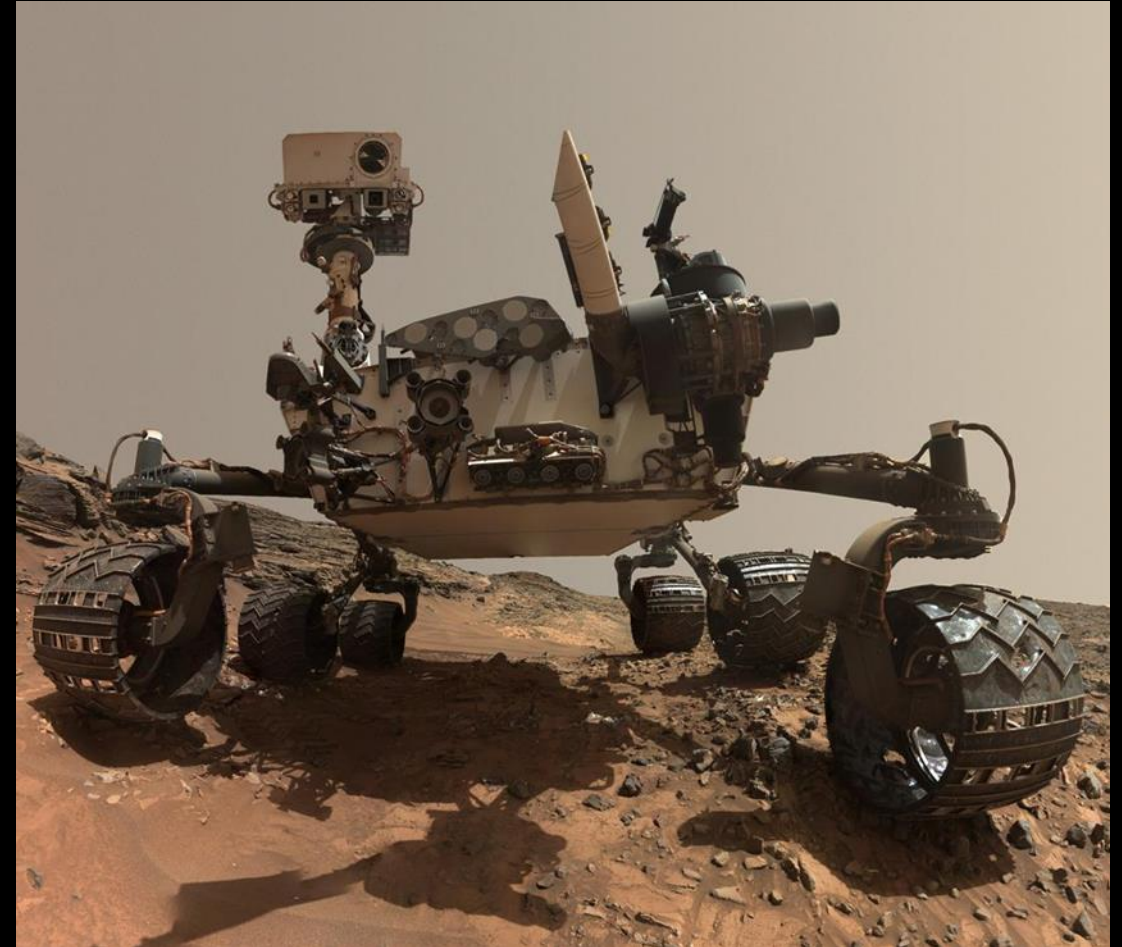
Autonomes Fahren dank maxon-Encodern möglich.

Wissenschaftliches Ziel

Gefundene Flussbetten, Mineralien und organische Moleküle sind Hinweise auf frühere Lebensbedingungen.

Bedeutung für Marsforschung

Curiosity zeigt, wie weit robotische Forschung gehen kann und liefert täglich neue Daten vom Mars.



InSight (2018)

Der Seismologe

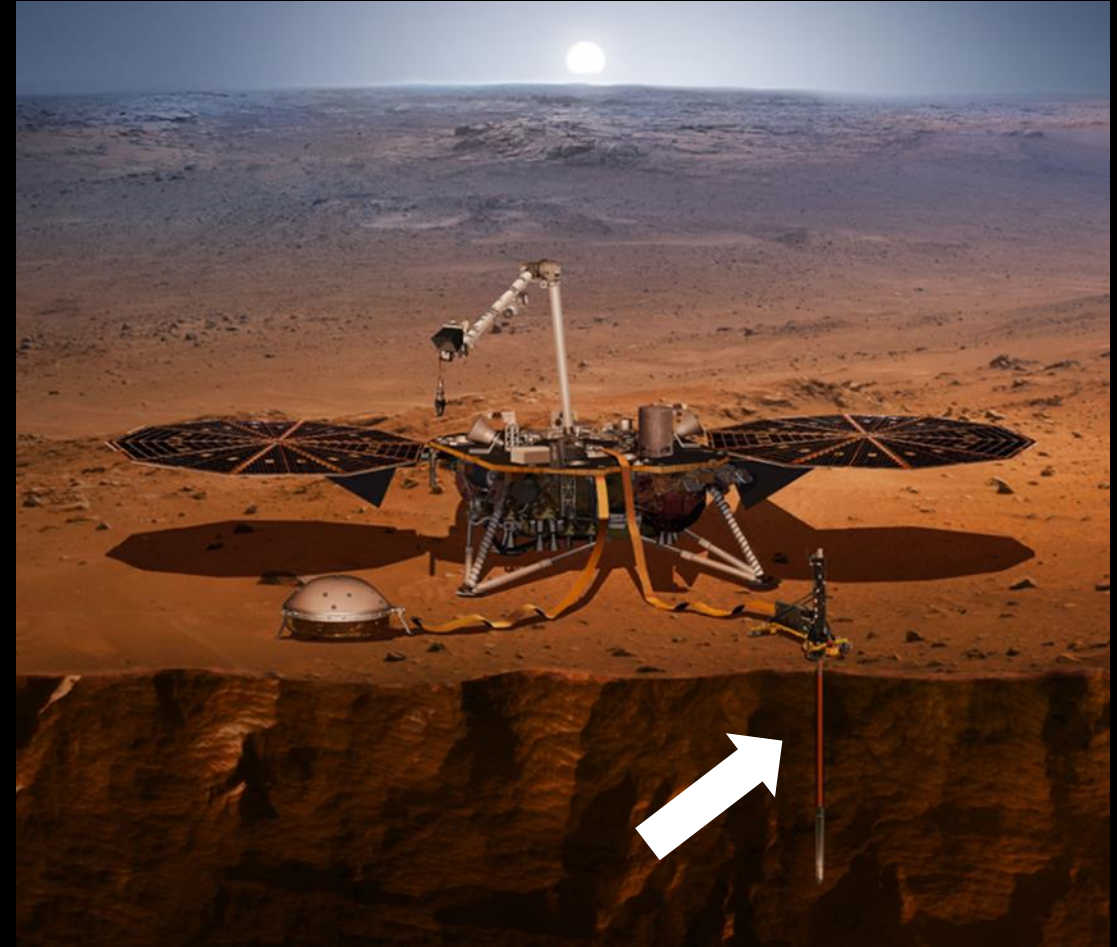
Für den Trieb der Sonde in die Oberfläche, führte der Antrieb ca. 12'000 Hammerschläge aus – doppelt so viele wie geplant und gefordert.

Wissenschaftliches Ziel

InSight lieferte Daten zur Dicke der Kruste, Zusammensetzung des Mantels und Grösse des Kerns.

Bedeutung für Marsforschung

Stationäre Plattformen ergänzen mobile Rover für ein vollständiges Verständnis planetarer Prozesse.



Perseverance & Ingenuity (2021)

Mars-Mobilität “next level”

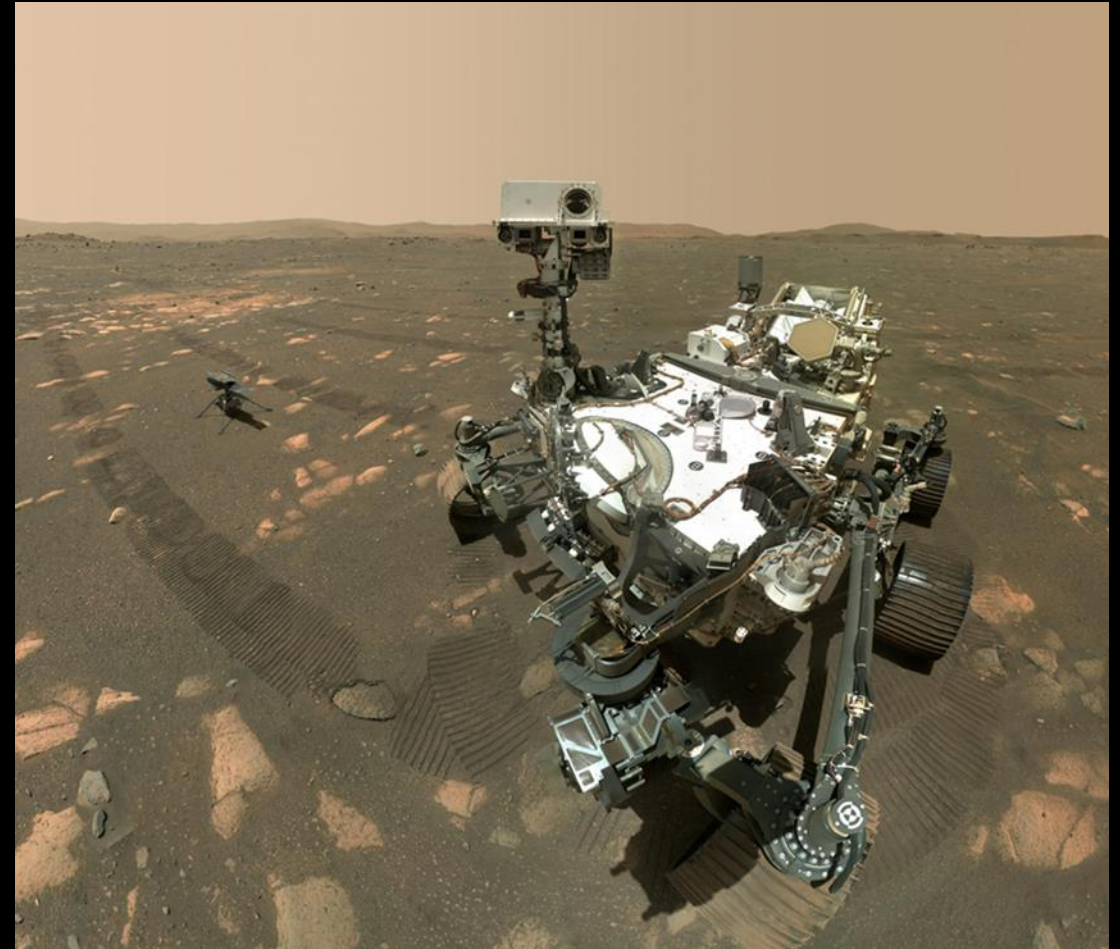
Nur Fliegen ist schöner.

Wissenschaftliches Ziel

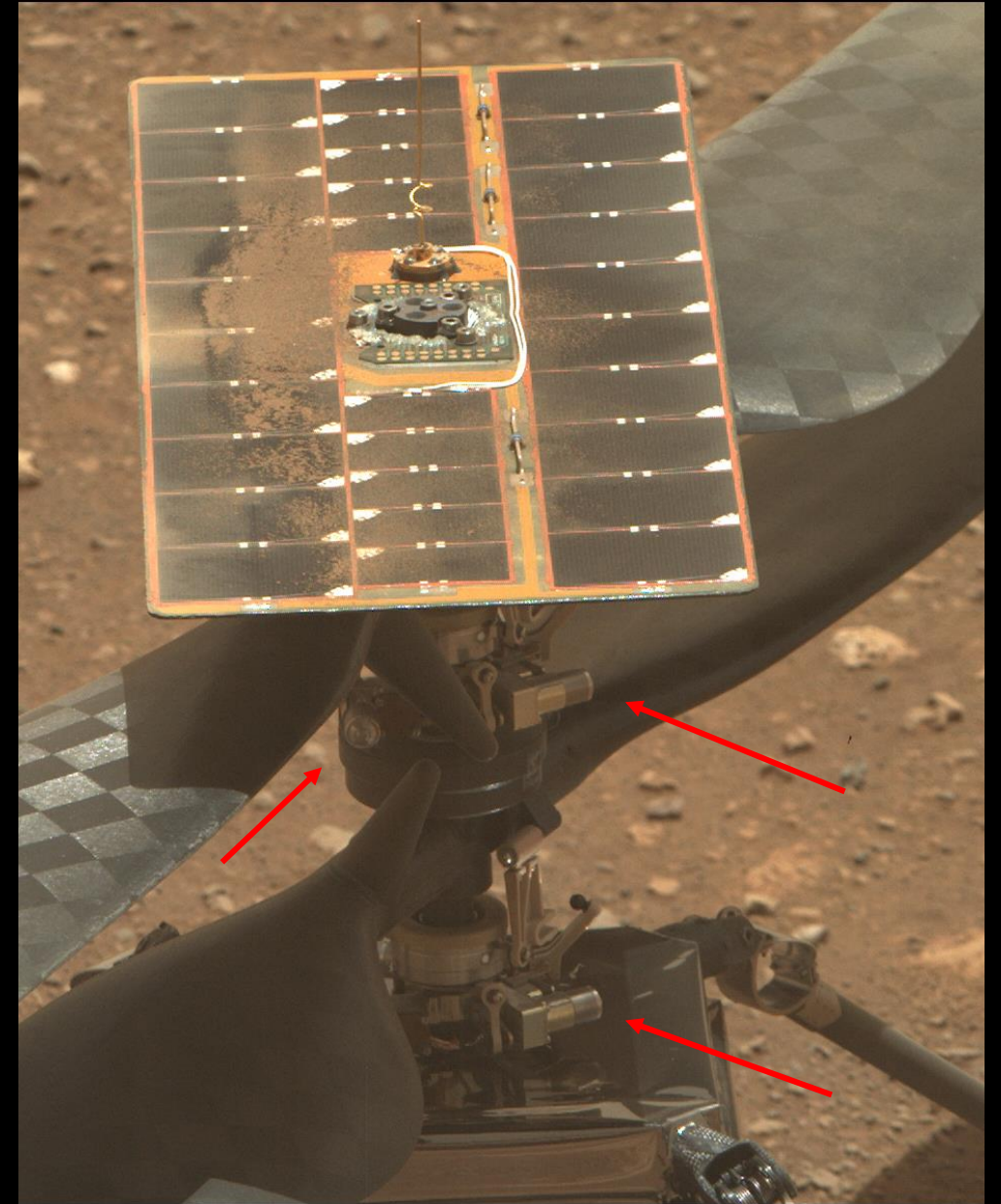
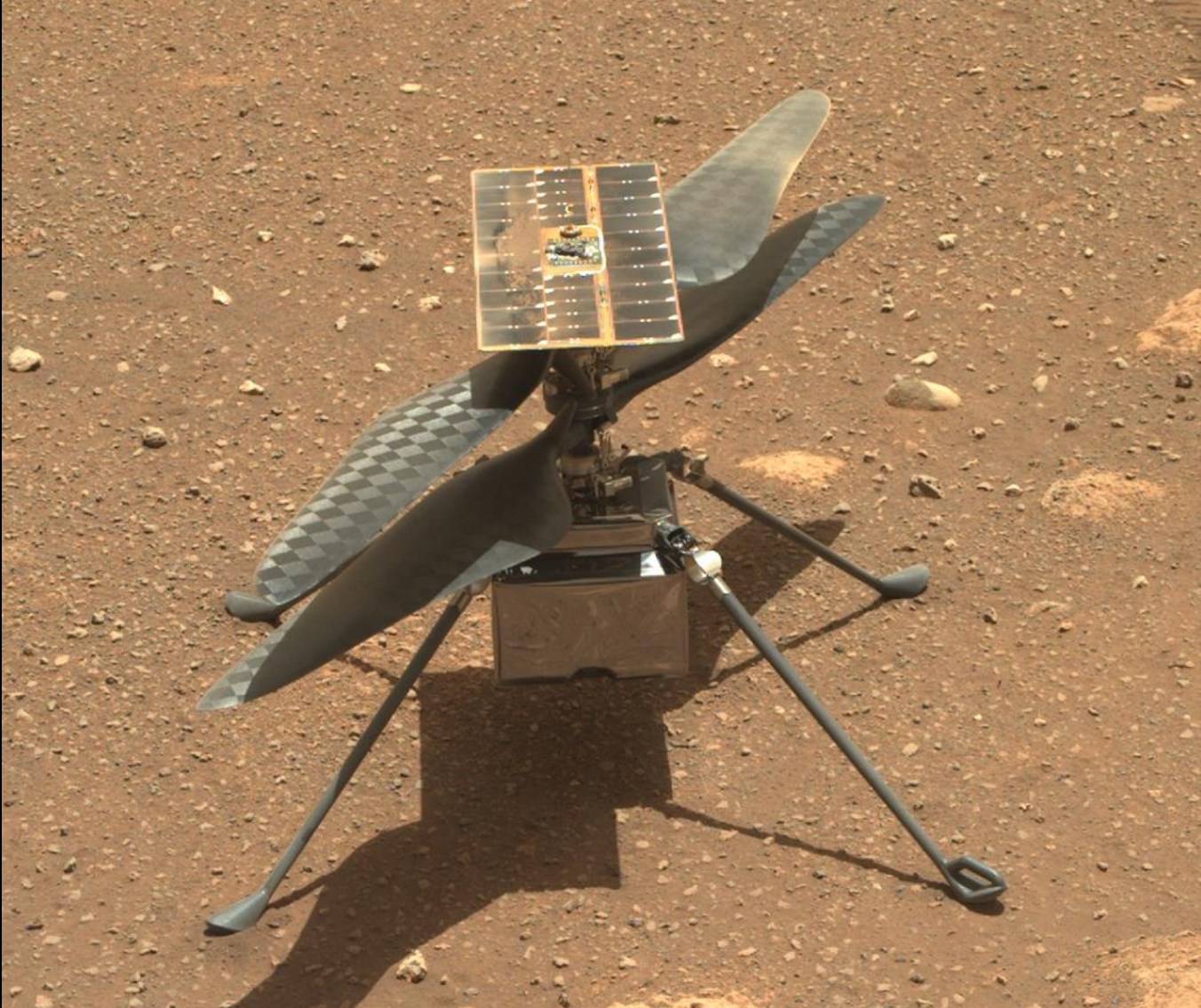
Der Rover Perseverance sammelte Proben in speziellen Behältern für die zukünftige Rückführung zur Erde.

Bedeutung für Marsforschung

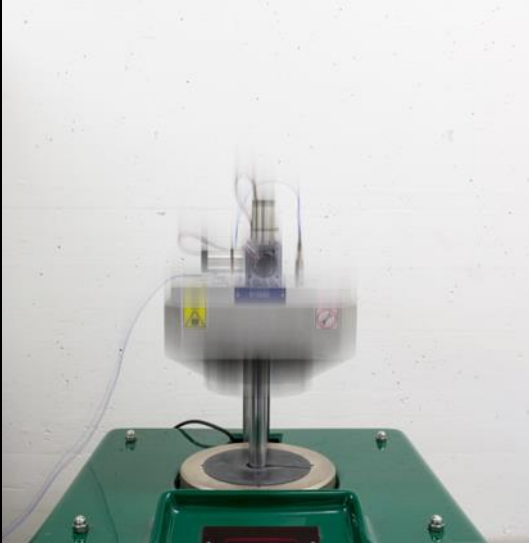
Der Mini-Helikopter Ingenuity bewies, dass motorisierte Flüge auf einem fremden Planeten möglich sind.



Perseverance & Ingenuity (2021)



Space: eine spezielle Umgebung



Vibration und Beschleunigung
Schocktest bis 4'000 G
(inhouse)



Vakuum
Vakuumtest bis 10^{-7} bar
(inhouse)



Strahlung
Test bis 500 krad
(extern)



Temperatur
Test: -130° C bis +200° C
(inhouse)

Space: Temperaturunterschiede



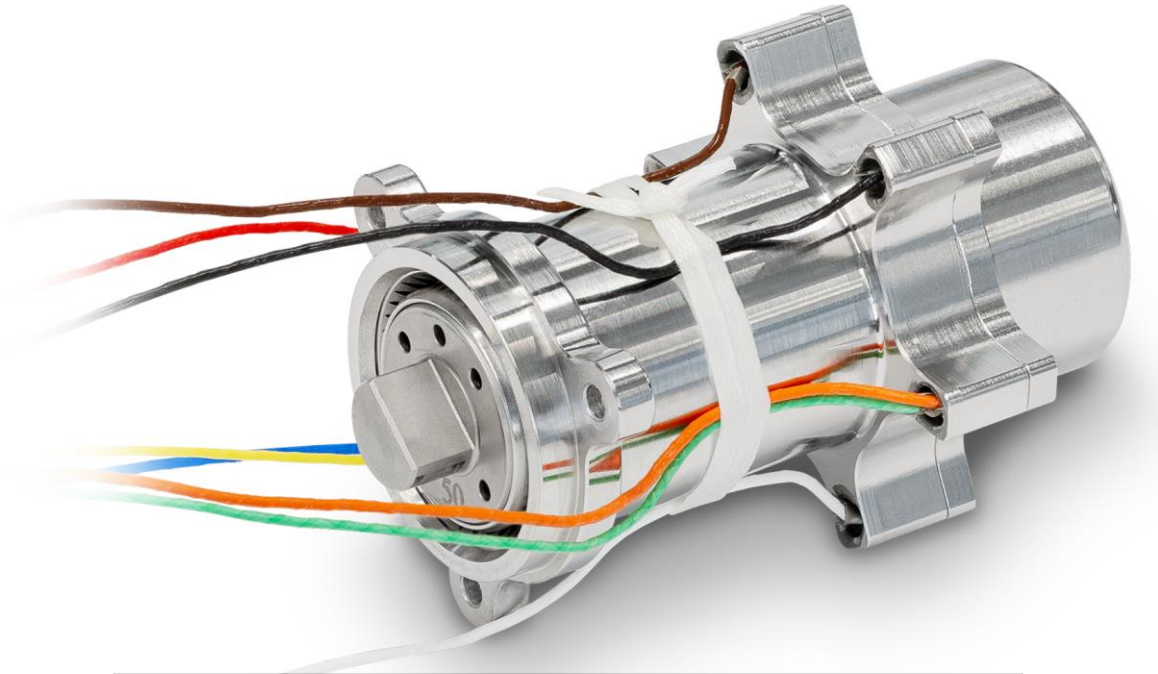
Problem: Ausdehnungskoeffizient
Unterschiede

- Schweiz: -30°C to $+40^{\circ}\text{C}$
- Mars: -130°C to $+20^{\circ}\text{C}$
($+110^{\circ}\text{C}$ Motor)
- Nacht auf dem Mond -200°C

Wärmemanagement:

- andere Wärmeleitung
- keine Konvektion im Vakuum

Keine Fehler oder Ausfälle tolerierbar JPL Mars 2020 M24 Aktuator

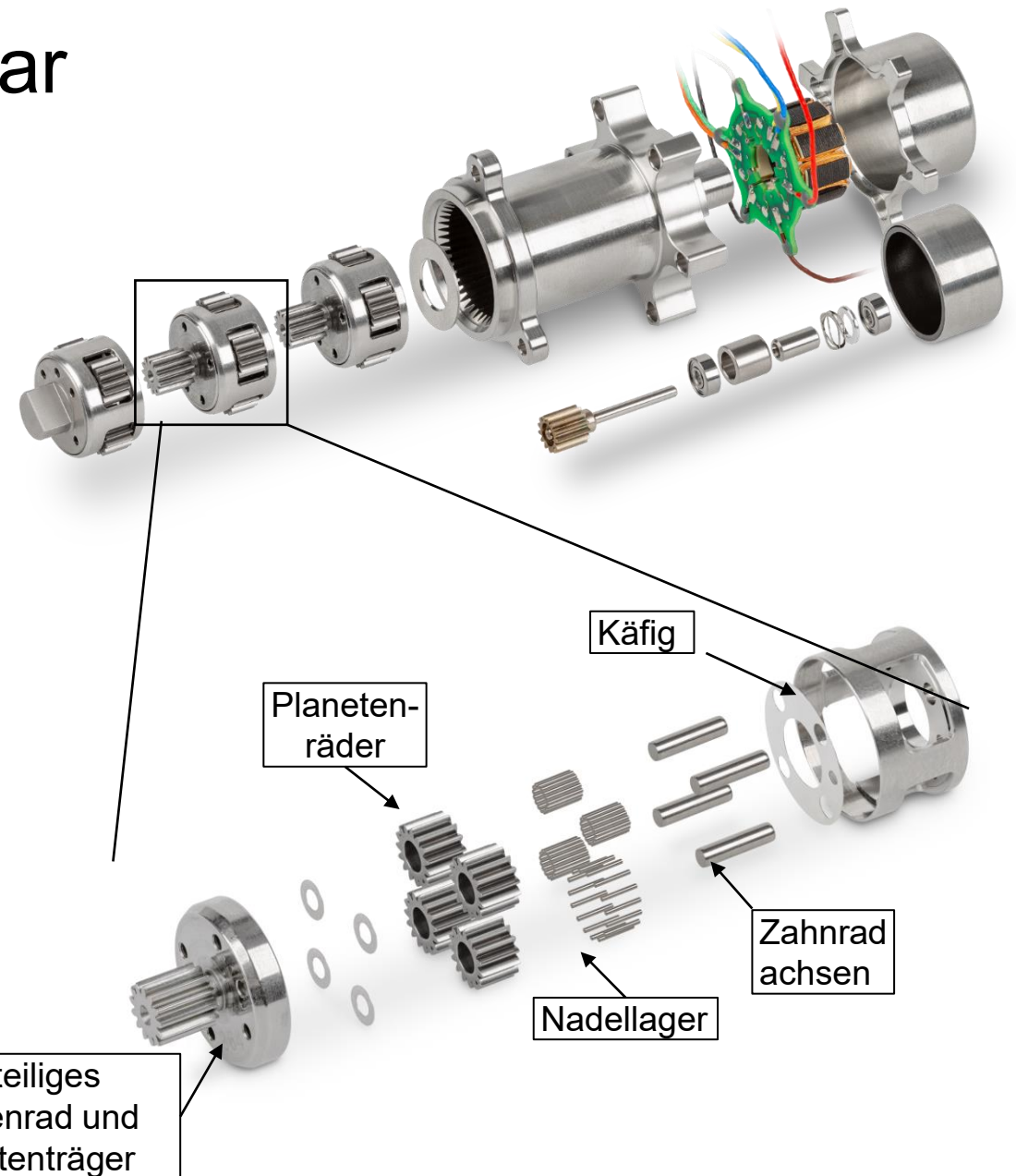
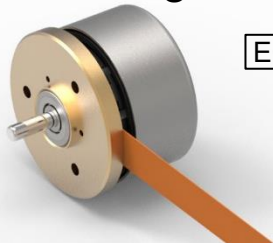


Kernfunktionen werden mit den
Katalogstandard Produkten geteilt:

GPX22UP



EC20fl



Keine Fehler oder Ausfälle tolerierbar



Erfahrung: Der elektrische Teil ist am fehleranfälligsten

- Z.B. Wicklung kann Überhitzen und ein Wicklungsschluss entsteht.

→ Redundanz aufbauen

- Mars Sample Return Mission mit 2 Motoren ausgestattet
- Einer Motor reicht für den Antrieb

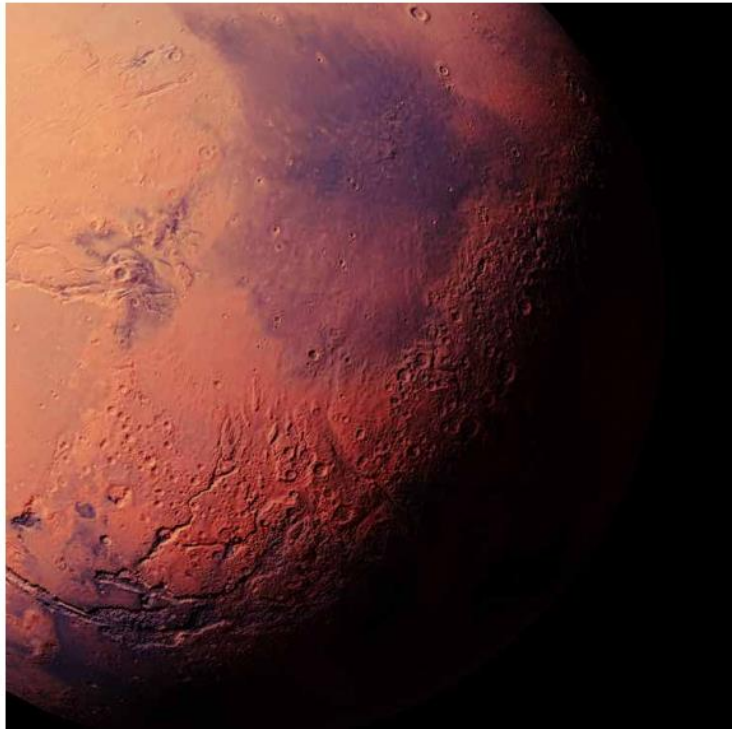
Space Katalog:

Precision Drive Systems

maxon

<https://www.maxongroup.com/en-us/market-solutions/aerospace/space>

Drive Systems for Space Applications



Redundant motors

When no mistakes are allowed to happen

Whether it's a Mars science mission, a commercial satellite or a manned transport to the ISS, the reliability of individual components is of immense importance in all space applications. Since maxon systems drive many mission-critical components failure is not a option, so we offer electrically redundant motors to protect the entire mission. Depending on the redundancy requirement, maxon SpaceLab provides various solutions.



The typically chosen redundancy for a flat motor is a serial arrangement. There are two physically separated stator systems with windings and commutation sensors, which share the rotor and the shaft.

Possible motor types (for space applications):

→ EC flat motors



One possible redundancy for long cylindrical motors can be achieved with two separate motors (both with own bearings), which are coupled with an Oldham coupling.

Possible motor types:

→ Cylindrical brushless and brushed motors



Another way of redundancy for long cylindrical motors is the coupling of two separate motors (both with own bearings) via a spur gear stage. The spur gear can be designed with 1:1 or higher ratio.

Possible motor types (for space applications):

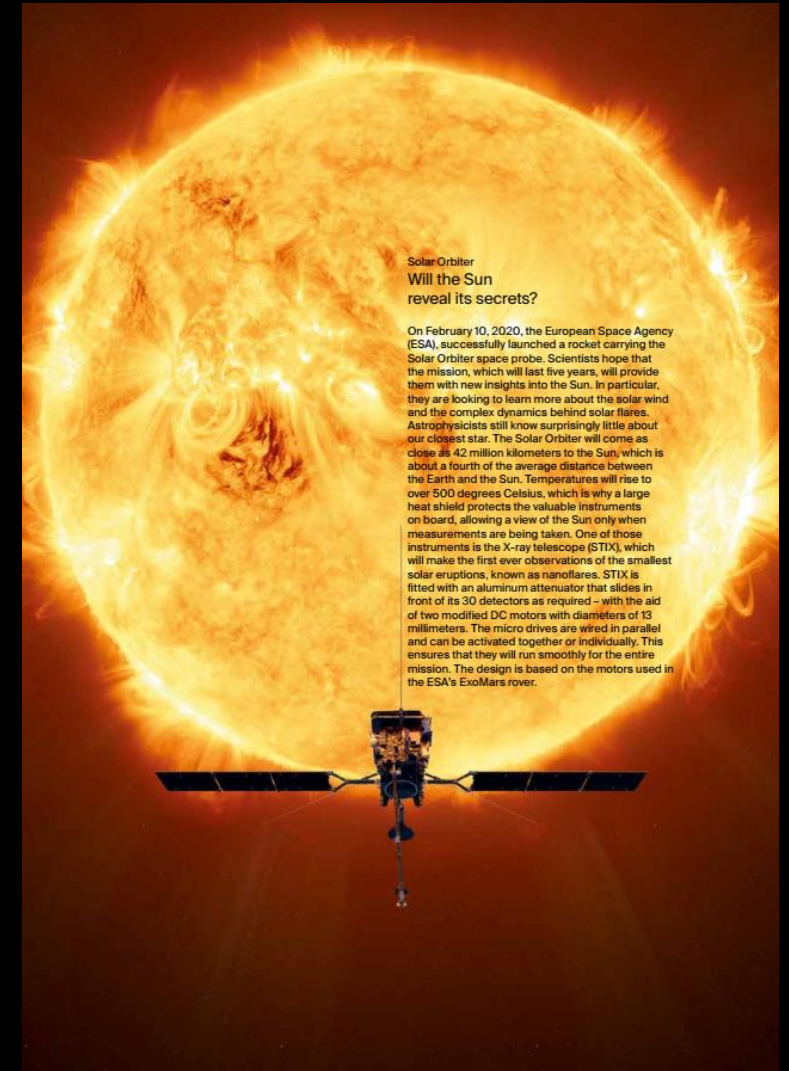
→ Cylindrical brushless and brushed motors



Other redundant parts:

For some piece parts, redundancy options are available (eg. modified circuit boards with redundant hall sensors).

18



Solar Orbiter Will the Sun reveal its secrets?

On February 10, 2020, the European Space Agency (ESA), successfully launched a rocket carrying the Solar Orbiter space probe. Scientists hope that the mission, which will last five years, will provide them with new insights into the Sun. In particular, they are looking to learn more about the solar wind and the complex dynamics behind solar flares. Astrophysicists still know surprisingly little about our closest star. The Solar Orbiter will come as close as 42 million kilometers to the Sun, which is about a fourth of the average distance between the Earth and the Sun. Temperatures will rise to over 500 degrees Celsius, which is why a large heat shield protects the valuable instruments on board, allowing a view of the Sun only when measurements are being taken. One of those instruments is the X-ray telescope (STIX), which will make the first ever observations of the smallest solar eruptions, known as nanoflares. STIX is fitted with an aluminum attenuator that slides in front of its 30 detectors as required - with the aid of two modified DC motors with diameters of 13 millimeters. The micro drives are wired in parallel and can be activated together or individually. This ensures that they will run smoothly for the entire mission. The design is based on the motors used in the ESA's ExoMars rover.

Das ist maxon-Qualität

23

Flüge von SpaceX Dragon

138

maxon-Antriebssysteme im Einsatz

0

Fehler oder Ausfälle



Ein Blick in die Zukunft

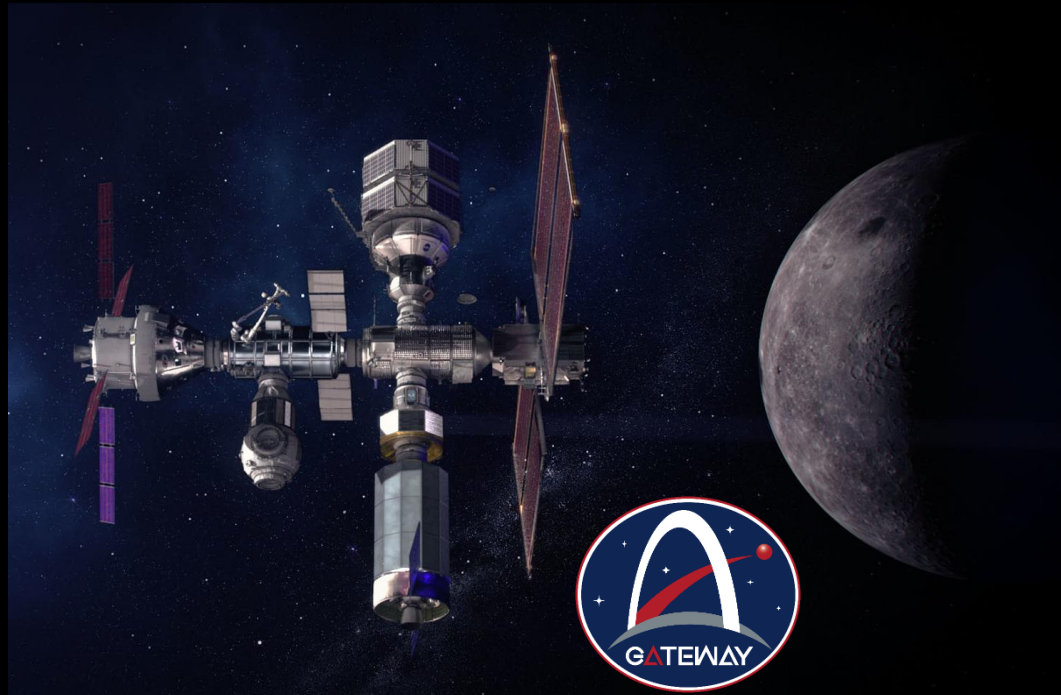
Zitat des Projekt-Managers eines Kunden:

„We have plenty of hardware, we don't mind if a few rockets blow up during testing, SPEED is more important.“

CLPS (Commercial Lunar Payload Services)



CLPS ist ein Programm der **NASA**, bei dem **private Firmen** Mondlander entwickeln, starten und betreiben, um NASA-Instrumente, Technologieexperimente und Rover kostengünstig zur Mondoberfläche zu bringen.



Canadarm3 „Lunar Gateway“



“Lunar Gateway” ist eine neue Raumstation in der Mondumlaufbahn.

Sie wird als Zwischenstation für bemannte Landungen auf dem Mond dienen.

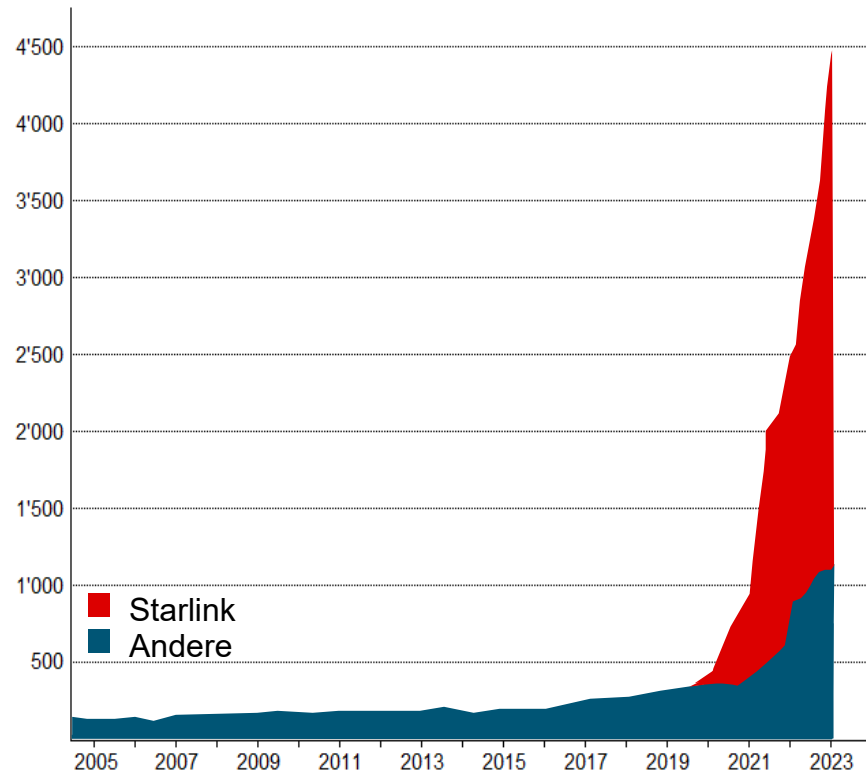
Der Baubeginn ist ab 2027 geplant.

Der Canadarm3 wird aussen angebracht, um Montagen und Wartungen der Raumstation zu unterstützen

Der Markt hat sich geändert

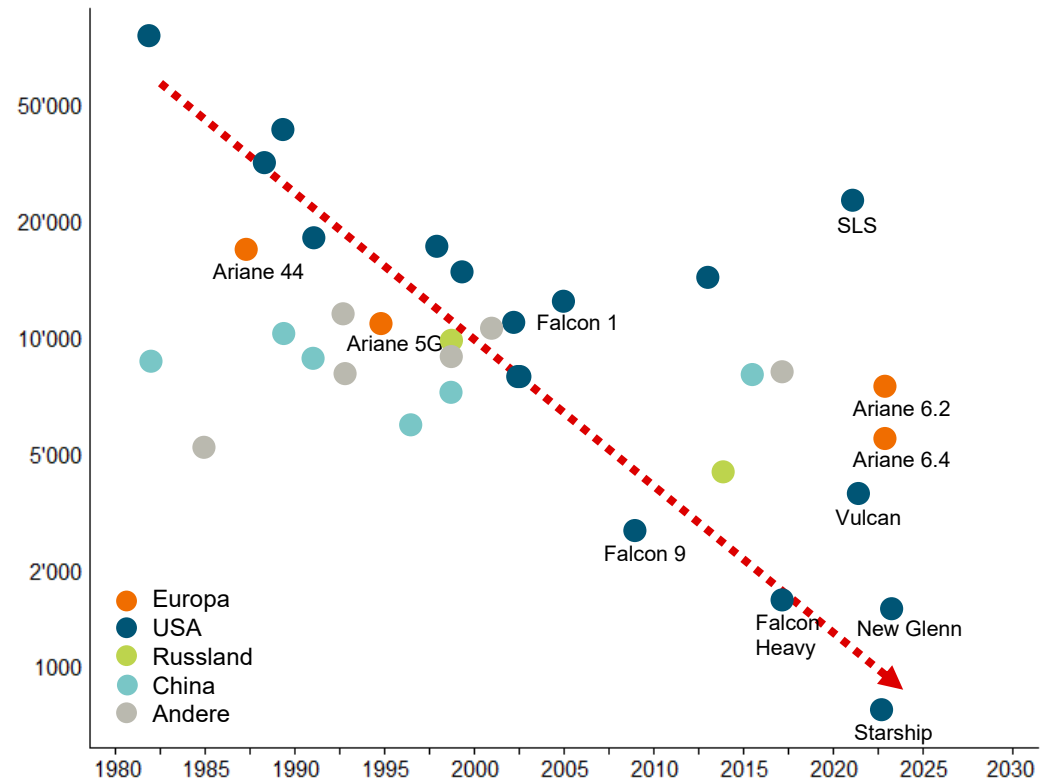
Anzahl der Objekte > 100 kg im niedrigen Erdbit

im niedrigen Erdbit



Startkosten pro kg Nutzlast

(in \$, logarith. Skala)



SPEED /// **REAL-TIME**

<https://www.youtube.com/live/pIKI7y3DTXk?si=p9CKzPqCISVioswn>



Wir bringen Bewegung ins All –
und in die Zukunft

Was bewegst du?

Zigarrengalaxy M82

maxon motor ag
Brünigstrasse 220
6072 Sachseln
Switzerland

maxon