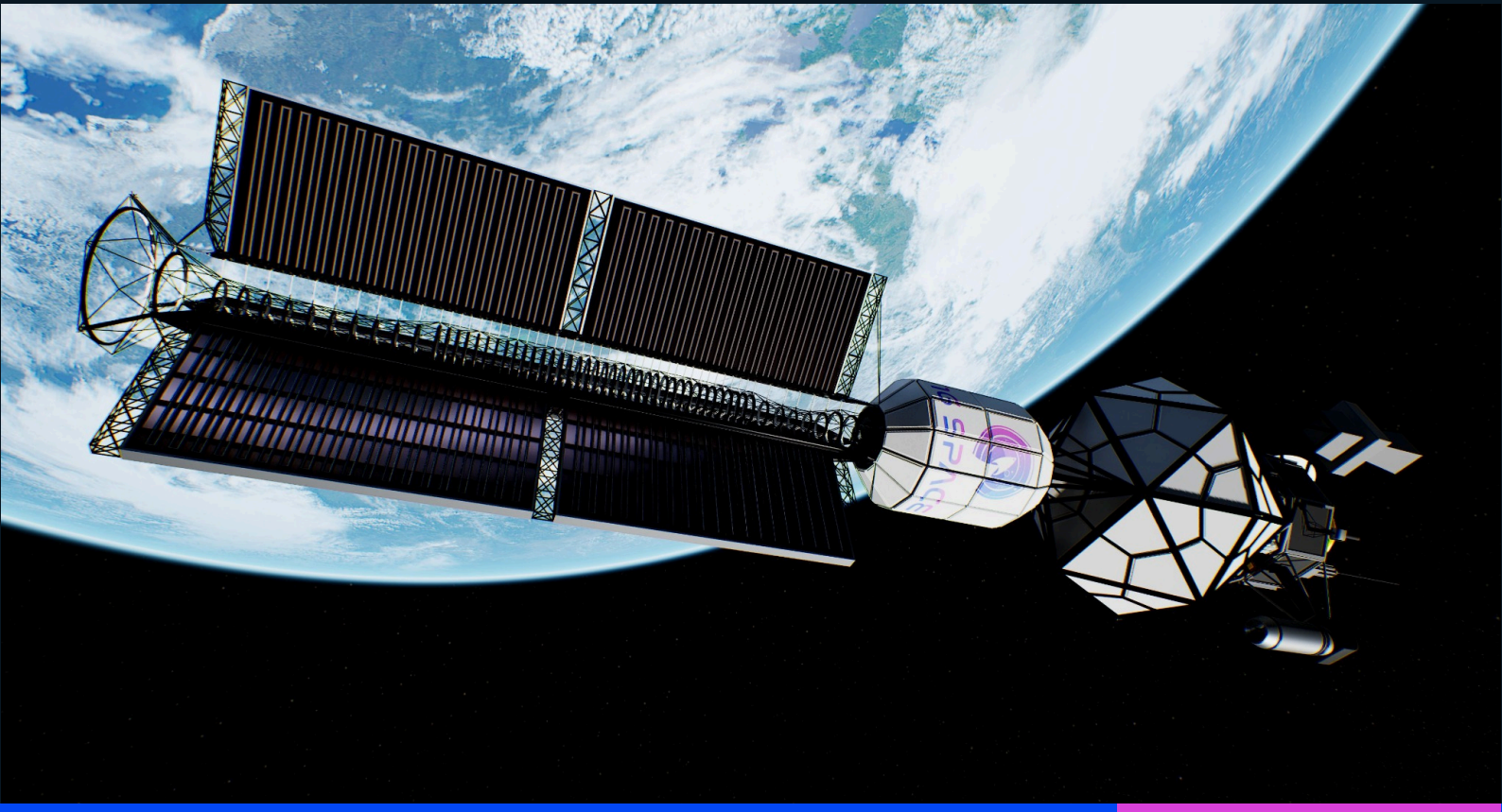


ACEP



Mission und Raumsonde

Erkundungssonde für Alpha Centauri



Visualisierung der Raumsonde über der Erde

Erkundung des Proxima-Systems

ACEP ist eine unbemannte Forschungs-sonde zur Erkundung von Proxima Centauri und seinem Planeten Proxima b. Sie vereint interstellaren Flug, Beobachtung aus der Umlaufbahn und, sofern die Bedingungen es erlauben, die Untersuchung der Atmosphäre in einer autonomen Mission.

INTERSTELLARE UMGEBUNG

Staub, Teilchen und Strahlung zwischen den Sternen messen.

PLANETENBEOBACHTUNG

Den Planeten kartieren und Oberfläche sowie Atmosphäre untersuchen.

UNTERSUCHUNG VOR ORT

Mit Atmos die Bedingungen entlang eines Abstiegs durch die Atmosphäre erfassen.

Warum Proxima b wichtig ist

Messungen aus der Nähe können zeigen, wie ein naher Planet auf seinen Stern reagiert und ob er eine Atmosphäre behält.

Proxima Centauri

Ein aktiver Roter Zwerg



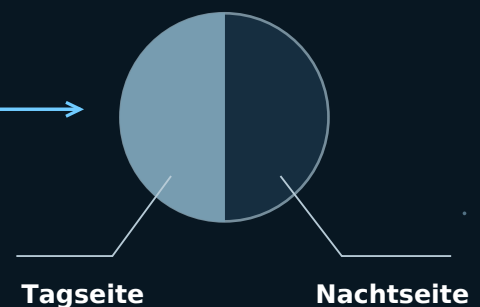
Nahezu kreisförmige Bahn

Exzentrizität 0,02 · Bahngeschwindigkeit ≈ 47 km/s

Schematisch; nicht maßstabsgetreu.

Proxima b

ACEP-Zielreferenz



0,0485 au

mittlerer Bahnabstand

4,25

Lichtjahre von der Sonne

11,18

Erdtage je Umlauf

7,25

Millionen km vom Stern

Ein Jahr in elf Tagen

Proxima Centauri ist der sonnennächste Stern. Proxima b umkreist ihn auf einer nahezu kreisförmigen Bahn in etwa einem Zwanzigstel des Abstands Erde-Sonne. Trotz dieser Nähe liefert der lichtschwache Rote Zwerg pro Fläche nur etwa 64 % der Strahlungsenergie, die die Erde erhält. Seine Strahlungsausbrüche machen den Fortbestand einer Atmosphäre zur zentralen Forschungsfrage.

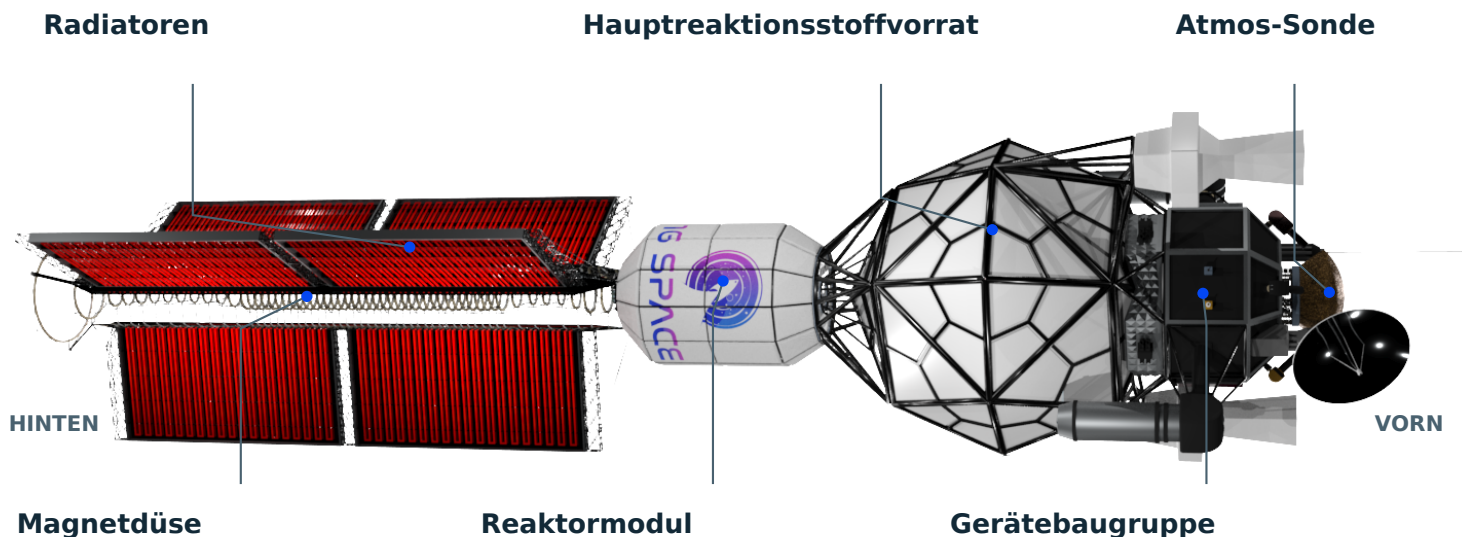
Eine Welt in gebundener Rotation

In der ACEP-Zielreferenz rotiert Proxima b gebunden: Er dreht sich einmal je Umlauf und wendet seinem Stern stets dieselbe Halbkugel zu. Die Grenze zwischen dauerhafter Tag- und Nachtseite heißt Terminator. ACEP untersucht den Temperaturkontrast und wie eine Atmosphäre, falls vorhanden, Wärme umverteilt.

Ein Lichtjahr ist eine Entfernung; eine astronomische Einheit (au) entspricht etwa dem Abstand Erde-Sonne. Die Exzentrizität beschreibt die Streckung einer Bahn; bei null ist sie kreisförmig. Die Mindestmasse von 1,06 Erdmassen folgt aus der Sternbewegung; die tatsächliche Masse hängt von der Bahnneigung ab.

Die Raumsonde im Überblick

Eine Fachwerkstruktur verbindet die Antriebsanlage, den Hauptvorrat an Reaktionsstoffen und die vordere Gerätebaugruppe.



Seitenansicht; innere Komponenten sind nicht dargestellt.

16,80 m

Gesamtlänge

4,60 m

max. Durchmesser im Stauzustand

1.000 kg

Trockenmasse einschließlich Atmos

Stromversorgung und Wärmehaushalt

Drei thermoelektrische Generatoren liefern zusammen 100 kW Nennleistung. Zwei Akkupacks zu je 500 Wh bieten 1 kWh Nennkapazität. Die Radiatoren haben 54 m² wirksame Abstrahlfläche.

Gespeicherte Reaktionsstoffe

Voll beladen beträgt die Masse 78.146 kg: 77.100 kg Hauptreaktionsstoff, 32,0 kg Antiprotonen und 14,0 kg metallischer Wasserstoff zuzüglich der Trockenmasse der Sonde.

Ausrüstung und Außensysteme

Vorn liegen Rechner, Navigation und Wissenschaftssysteme. Zwei MADS-Hornantennen schützen während der Beschleunigung. Optische Sender dienen der Verbindung zur Erde; Funk empfängt Atmos-Daten.

Hilfsmanöver

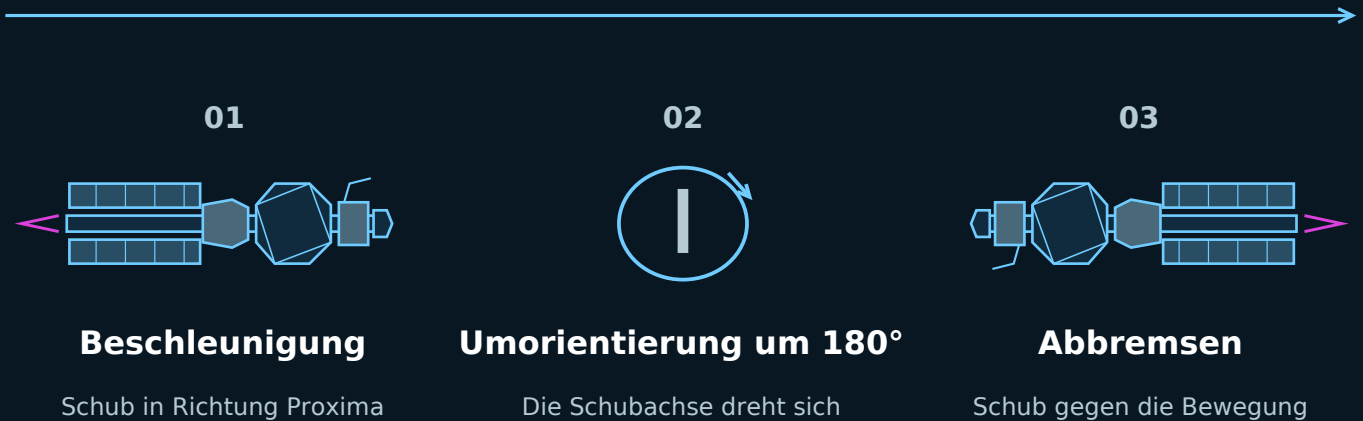
Drei Triebwerkeinheiten besitzen je vier Auslässe. Zwei beliebige Einheiten ermöglichen mit den nötigen gemeinsamen Versorgungssystemen den vollen Betrieb. Metallischer Wasserstoff liefert Schub und Wärme ohne Oxidator.

MADS: aktiver Mikrowellen-Trümmerschutz. Die Stabilisierung des metallischen Wasserstoffs ist nicht offengelegt. Vorn und hinten bezeichnen feste Sondenenden; ihre Ausrichtung zur Flugbahn ändert sich bei der Umlagerung.

Beschleunigen und Abbremsen

Anhaltender Schub beschleunigt ACEP im ersten Flugabschnitt und bremst die Sonde nach der Umlagerung am Mittelpunkt ab.

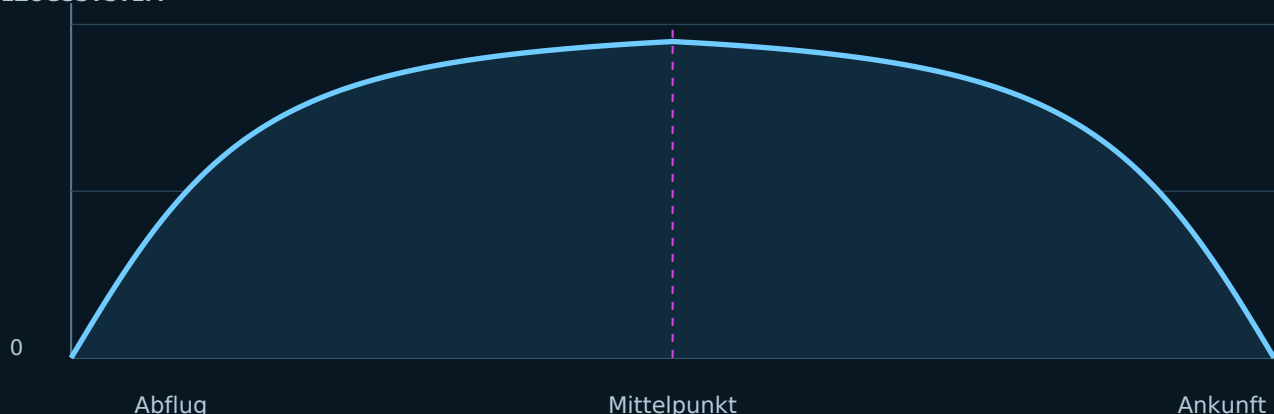
FLUGRICHTUNG / PROXIMA



Die Drehung ändert die Ausrichtung, nicht die Flugrichtung.

GESCHWINDIGKEIT IM ERDBEZUGENEN
BEZUGSSYSTEM

94,9 % der Lichtgeschwindigkeit



1.288 Tage

vergangen an Bord von ACEP

5,8 Jahre

vergangen im erdbezogenen Bezugssystem

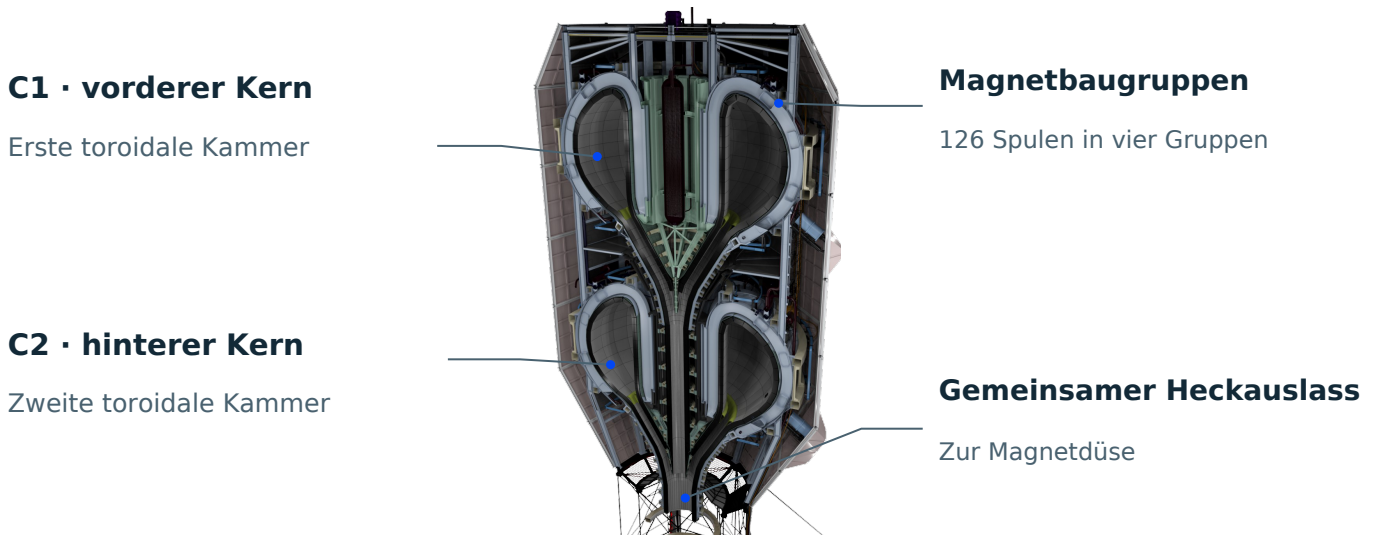
Das Profil verwendet 1 g Eigenbeschleunigung, an Bord gemessen und betragsgleich der Standard-Erdbeschleunigung. Die Umlagerung erfolgt an Tag 644. Relativistisch bedingt vergehen an Bord und im erdbezogenen Bezugssystem unterschiedliche Zeiten; beide Uhren laufen normal.

MADS schützt auf dem Hinflug. Der kontrollierte Schutzwechsel erfordert ausreichende Abdeckung während der Umlagerung; danach bleibt MADS aus, und der in Flugrichtung vorausströmende Abgasstrahl schützt die Sonde. Details des Wechsels und Grenzwerte für Begegnungen sind nicht offengelegt.

Waagerechte Achse: vergangene Zeit im erdbezogenen Bezugssystem. Umlagerung und lokale Ankunftsmanöver sind nicht dargestellt.

Im Inneren des Zweikernreaktors

Zweikern-Fusionsreaktor mit magnetischem Einschluss und Antiprotonenverstärkung (DCMCAAFR)



Jedes Paar sichtbarer Ausbuchtungen stellt einen toroidalen Kern dar.

Einschluss und kontrollierte Ausleitung

Die beiden toroidalen Kammern liegen hintereinander auf der Sondenachse. Supraleitende Magnetbaugruppen schließen das Plasma, ein ionisiertes Gas, ein und formen es. Ausleitungsfelder führen beide Ströme in einen gemeinsamen hinteren Übergang und die Magnetdüse. Der gerichtete Abgasstrahl erzeugt Schub in Gegenrichtung.

Fusion und Antiprotonenverstärkung

Der Reaktor erhält Protonen-Bor-11-Reaktionsstoff und dosierte Antiprotonen. Reaktionskette, Energieausbeuten und Umwandlungsprozesse sind im Detail nicht offengelegt. Die Missionsleistung ergibt sich aus den effektiven Antriebsparametern und Reaktionsstoffvorräten. Magnetfelder führen das geladene Plasma. Photonen und Sekundärteilchen erfordern Abschirmung und Wärmeregulierung.

Regelung und Fehlerisolation

Jeder Kern besitzt eigenen Einschluss, eigene Einspritzung, Diagnostik und Schutzsysteme. AURAI wählt den Anlagenmodus; lokale Regler steuern Felder, Zufuhr und Plasma. Jeder Kern allein ermöglicht Dauerbetrieb bis zu 187,5 MW Gesamtleistungsbedarf der Anlage, sofern die nötigen Versorgungssysteme innerhalb ihrer Grenzen bleiben. Für gesicherte Geräte bleiben Kühlung und Einschluss bei Bedarf erhalten.

375 MW

Nennleistung der Reaktoranlage

100 kW

TEG-Module: Gesamtnennleistung

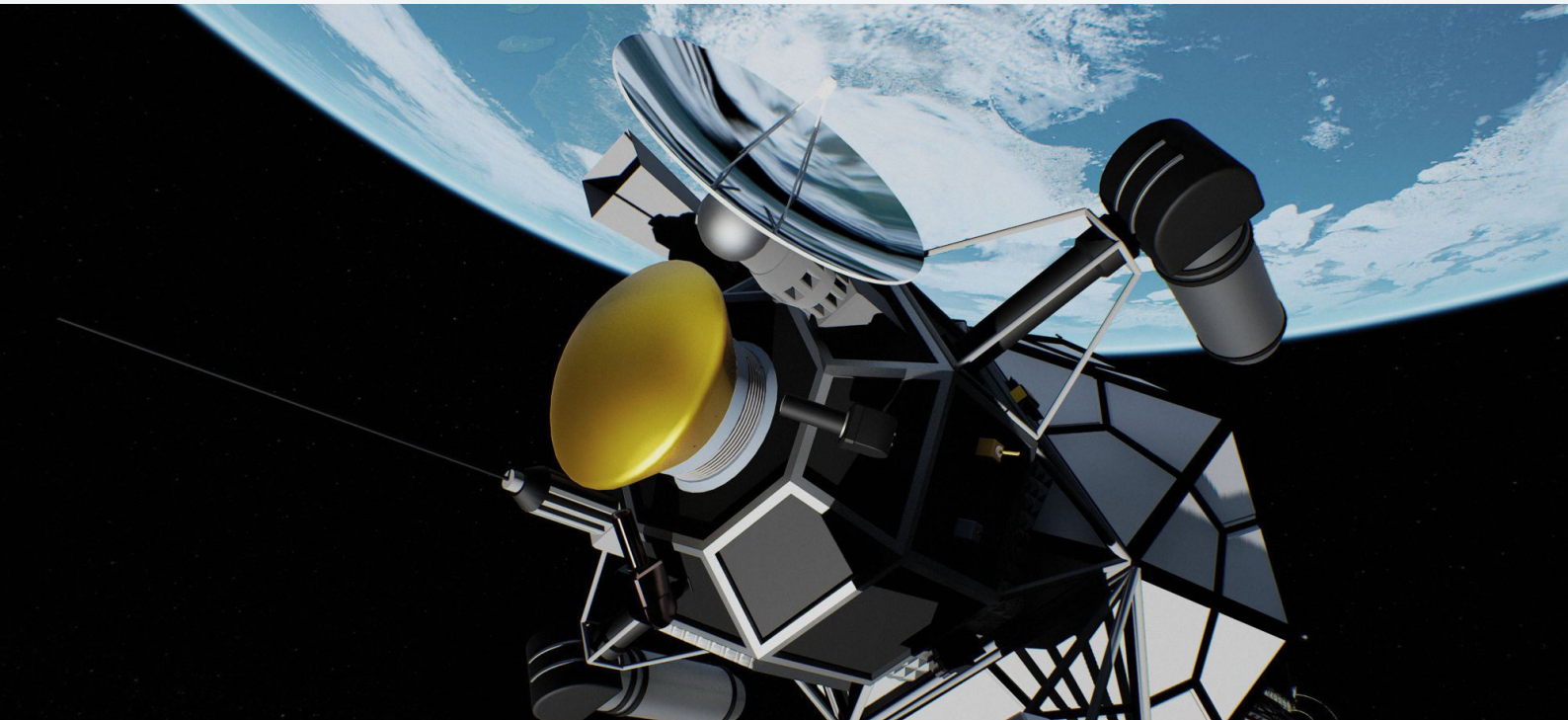
6 MW

Wärmeabfuhr-Referenz bei 1.300 K

Thermoelektrische Generatoren wandeln rückgewonnene Wärme in Strom um; Radiatoren führen Abwärme ab. Anlagen- und Strahlleistung bleiben getrennt definiert. Detaillierte Energie- und Wärmebilanzen, Plasmakopplung und Antiprotoneneinschluss sind nicht offengelegt.

Vom Orbit in die Atmosphäre

Die Muttersonde erfasst den Planeten großflächig. Atmos ergänzt direkte Messungen entlang eines einzelnen Abstiegspfads.



VORDERE BAUGRUPPE

Atmos ist die goldene Eintrittskapsel an der Vorderseite.

Visualisierung der Raumsonde über der Erde.

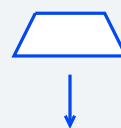


Beobachtung aus dem Orbit

200 km nominelle Höhe

Eine nahezu kreisförmige Polarbahn ermöglicht großflächige Kartierung. Eine Umlaufbahn ist ein stetiger freier Fall um den Planeten. Die erreichte Bahn richtet sich nach lokalen Messungen von Schwerkraft und Geometrie.

Bilder und Wärmekarten zeigen Merkmale und Temperaturmuster. Spektroskopie erkennt chemische Signaturen im Licht; Laserentfernungsmessung bestimmt Abstände.



Abstieg von Atmos

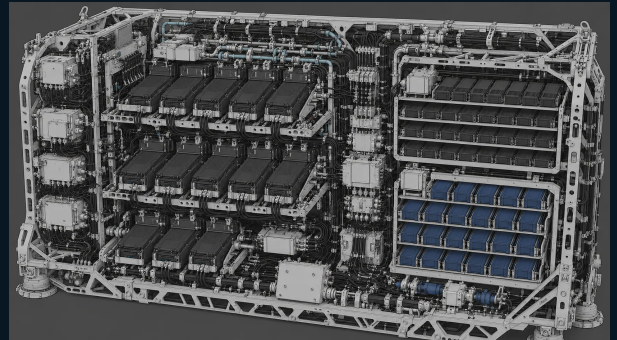
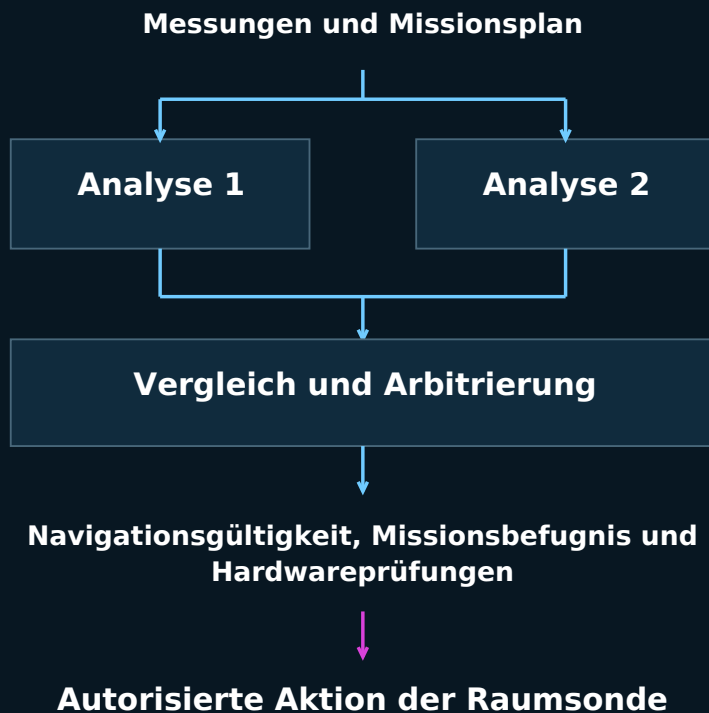
50 kg schwere abtrennbare Sonde

Atmos misst Druck, Temperatur, Gase und Teilchen. Durch Materialabtrag führt ihr ablativer Hitzeschild Eintrittswärme ab. Batterien versorgen die Instrumente; eine lokale Funkverbindung überträgt Daten an ACEP.

Das Abtrennen erfordert geeignete Atmosphären- und Eintrittsbedingungen. Atmos hat weder Fallschirm noch Lande- oder Bergungssystem. Ihr wissenschaftlicher Ertrag besteht aus den an Bord von ACEP empfangenen und gespeicherten Daten.

AURAI und Entscheidungen an Bord

Die autonome vereinheitlichte redundante analytische Intelligenz führt Missionsbefunde zusammen, prognostiziert Ergebnisse und erkennt sich anbahnende Störungen.



AURAI-Rechnersystem

RECHNERINFRASTRUKTUR

3

CPUs

10

GPUs

32

SSD-Laufwerke

20

Archiveinheiten

Zwei logische Analyseinstanzen vergleichen Bewertungen. Sie teilen sich teils Hardware und Eingaben; Einigkeit schließt einen gemeinsamen Fehler nicht aus. Uneinigkeit verschiebt die Aktion oder löst eine festgelegte sichere Reaktion aus. Mit einer gültigen Instanz laufen gespeicherte Missionsabläufe innerhalb vorab genehmigter Schutzvorgaben weiter; wesentliche Entscheidungen werden nicht eigenständig revidiert.

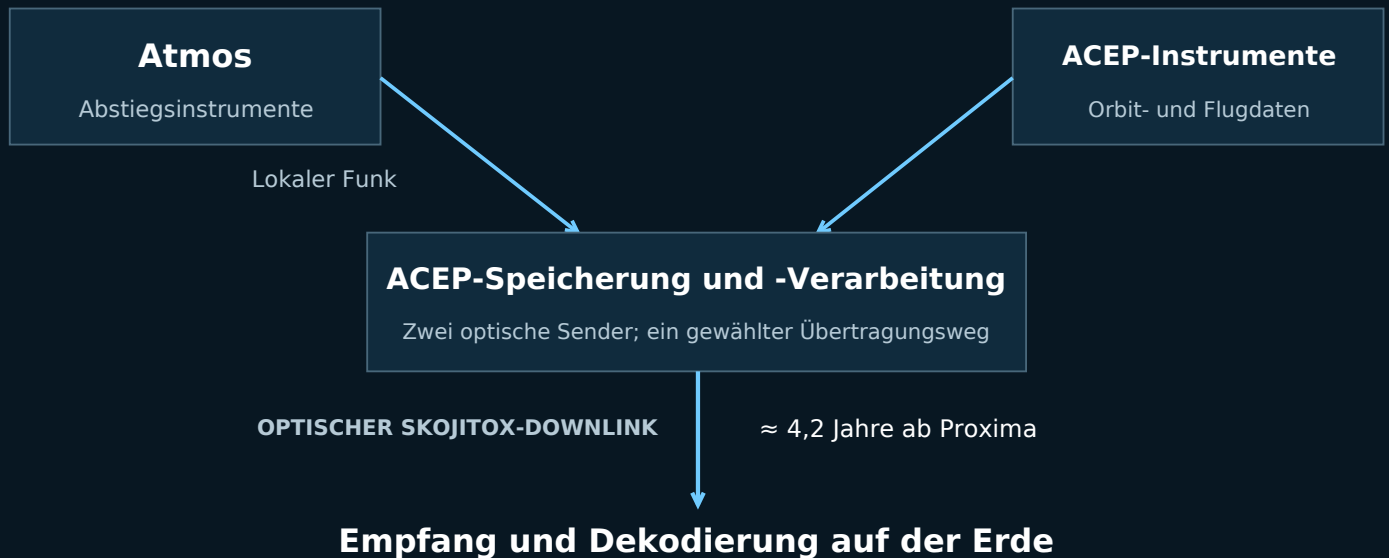
2 Haupt- + 1 Hilfsbaugruppe • 4 Netzteile
1 SSD-Controller • 1 holografischer Archivcontroller

CPUs übernehmen allgemeine Verarbeitung, GPUs parallele Berechnungen. SSDs bieten Halbleiterspeicher, holografische Einheiten dienen der Langzeitarchivierung.

AURAI's geschützte Navigationsfusion vereint inertielle, optische und validierte Röntgenpulsar-Messungen. Flugführung, Navigation und Regelung steuern die Sonde anhand des qualifizierten Zustands. Pulsare sind rotierende Neutronensterne mit regelmäßig beobachtbaren Pulsen.

Von der Raumsonde zur Erde

Lokaler Funk, Bordspeicher und ein optischer Downlink sichern und übertragen die wissenschaftlichen Aufzeichnungen der Mission.



Die interstellare Verbindung sendet ausschließlich: Es gibt keinen Weg für Befehle oder Bestätigungen von der Erde zur Sonde. Erfassung, Übertragung und Empfang tragen unterschiedliche Zeitstempel. Senden allein belegt keinen Empfang.



Missionskontrollraum

ACEP Advanced Telemetry

ACEP ist die Raumsonde. ACEP Advanced Telemetry ist ihre Oberfläche zur Missionsüberwachung. Sie zeigt den sondenzentrierten Zustand von Navigation, Antrieb, Stromversorgung, Kommunikation und Wissenschaftssystemen.

Eine Live-Aktualisierung der Oberfläche beseitigt die interstellare Signalverzögerung nicht.

JEDEN WERT IM KONTEXT LESEN

Quelle und Status / Ereigniszeit und Bezugssystem / Einheiten und Unsicherheit
Gemessene, rekonstruierte, vorhergesagte und nicht verfügbare Werte unterscheiden.