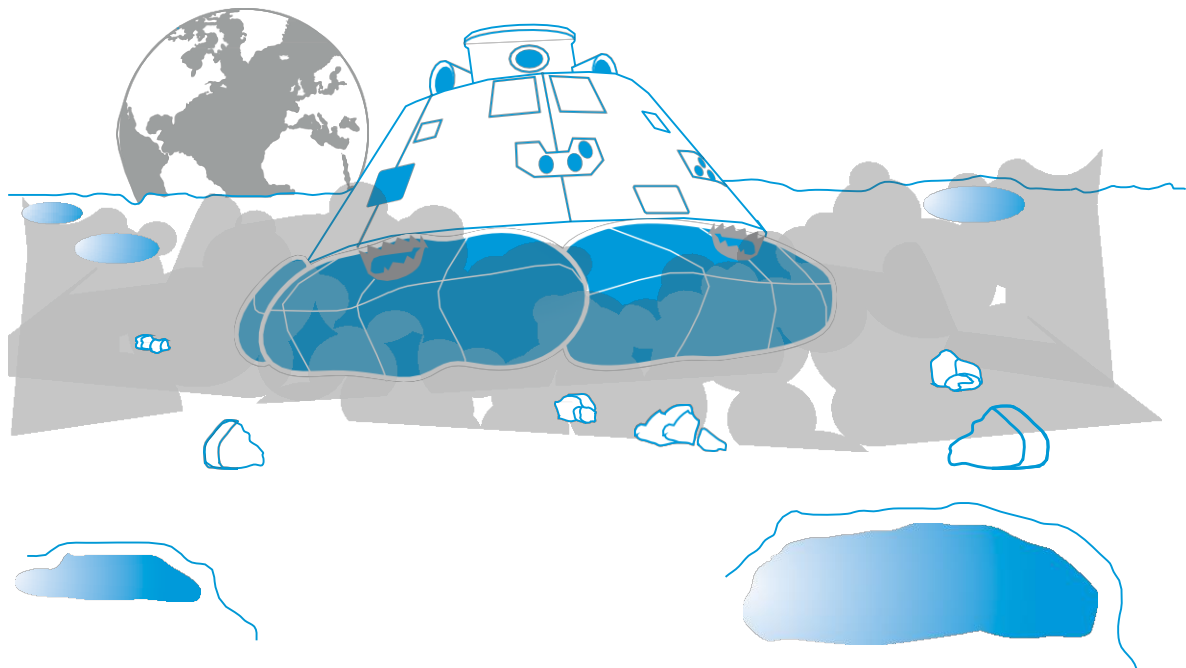
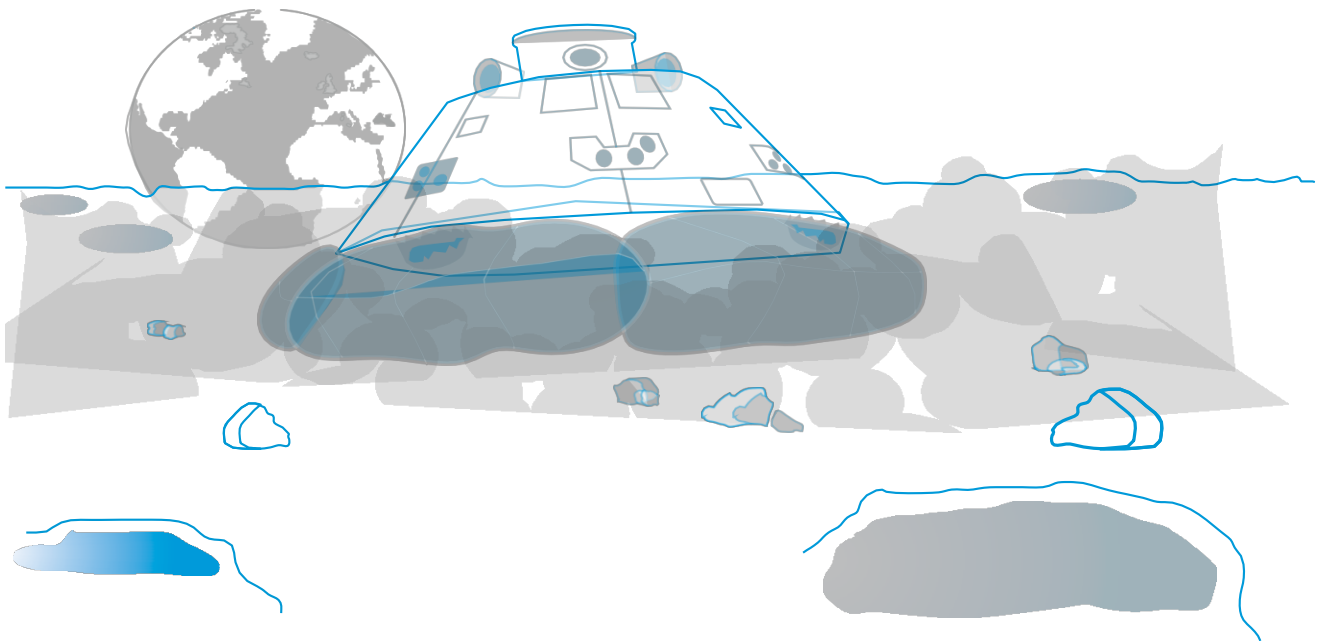


Lehren mit dem All

→ LANDUNG AUF DEM MOND

Planung und Design einer Mondlandefähre





Schülermaterial

Aufgabe 1: Entwurf und Bau einer Mondlandefähre

Seite 3

Aufgabe 2: Test der Mondlandefähre

Seite 6

Aufgabe 3: Landung auf dem Mond

Seite 8

Anhänge

Seite 10

Lehren mit dem All – Landung auf dem Mond | P37
www.esa.int/education

Das ESA Education Office freut sich über Feedback und Kommentare
teachers@esa.int

Eine ESA Education Zusammenarbeit mit ESERO Nordic
Copyright 2018 © European Space Agency

Eine Übersetzung von ESERO Germany



Moon Camp Challenge

→ LANDUNG AUF DEM MOND

Planung und Entwicklung einer Mondlandefähre

→ Aufgabe 1: Entwurf und Bau einer Mondlandefähre

Die ESA hat euch damit beauftragt, eine Mondlandefähre zu entwickeln, die einen Ei-Stronauten sicher auf den Mond bringen kann.

Aufgabe

Wie auch in der echten Raumfahrtindustrie konkurriert und/oder arbeitet ihr mit anderen Organisationen (eure MitschülerInnen), um den Auftrag zu erhalten.

Eure Mission:

- Entwickelt und baut eine Landefähre, die einen Ei-Stronauten sicher auf den Mond bringt.

Anforderungen:

- Die Landefähre muss einen Falltest bestehen und der Ei-Stronaut muss die Landung überleben.
- Ihr könnt nur die verfügbaren Materialien verwenden.
- Für den Bau steht nur ein gewisses Budget zur Verfügung (Maximal 1 Milliarde €).
- Die Fähre sollte genau an der vorgegebenen Landestelle landen.
- Ihr müsst eine Risikoanalyse und eine Konzeptstudie durchführen.
- Ihr müsst die Fähre in der angegebenen Zeit fertigstellen: 60 Minuten.

Wusstest du schon?

Die Kosten des Apollo-Raumfahrtprogramms, das die Menschen auf den Mond brachte, betrug 25,4 Milliarden \$ - das entspricht heute, inflationsbereinigt, mehr als 200 Milliarden \$. 2018 lag das Budget der ESA bei 5,6 Milliarden €. Zurzeit arbeiten Raumfahrtbehörden und Industrie zusammen, um ein nachhaltigeres Mondprogramm zu entwickeln. Auch heute verwenden wir noch Teile der Infrastruktur aus den 1960er Jahren: Testkammern, Startrampen, Einsatzleitstellen, Bodenstationen, Ingenieurwissen, Technologie und Materialien. Allein schon deshalb wird das Mondprogramm nachhaltiger sein.

Buzz Aldrin bei der Arbeit an der Mondlandefähre "Eagle" auf dem Mond. →



Risikoanalyse

Bei der Planung einer Raumfahrtmission sind zwei entscheidende Faktoren zu berücksichtigen: Risiken und Kosten. Um den Auftrag von der ESA zu erhalten, müsst ihr bei eurer Mission sichergehen, dass der Ei-Stronaut sicher landet. Gleichzeitig müsst ihr darauf achten, dass die Mission nicht zu teuer wird.

Tragt die aufgelisteten Risiken gemäß ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und ihrer möglichen Auswirkungen in die Risikomatrix ein:

Wahrscheinlichkeit	Auswirkungen				
	Unw- sentlich	Gering	Mittel- schwer	Groß	Katastrophal
Nahezu sicher					
Wahr- scheinlich					
Möglich					
Unwahr- scheinlich					
Selten					

1. Die Landung erfolgt nicht an der geplanten Stelle.
2. Es kommt zu unerwarteten Änderungen der Anforderungen.
3. Der Ei-Stronaut überlebt nicht.
4. Es kommt zu unerwarteten Budgetänderungen.
5. Einige Materialien sind nicht mehr verfügbar.
6. Einige Materialien sind zu teuer.
7. Die Landefähre wird sehr schwer.
8. Eine andere Gruppe hat einen effizienteren und/oder billigeren Entwurf.
9. Kontinuierliche Änderung des Entwurfs führt zu zu hohen Kosten.
10. Es kommt zu Verzögerungen.
11. Die Landefähre wird in der Testphase beschädigt.
12. Die Landefähre wird beim Transport beschädigt.
13. Die Landefähre wird bei der Landung beschädigt.

Wählt drei der kritischsten Risiken aus und entwickelt Vermeidungsstrategien:

- 1) Risiko #: _____ Vermeidungsstrategie: _____
- 2) Risiko #: _____ Vermeidungsstrategie: _____
- 3) Risiko #: _____ Vermeidungsstrategie: _____

Konzeptstudie

Name der Landefähre: _____

Name des Ei-Stronauten: _____

Schaut euch die verfügbaren Materialien und ihre Kosten an. Fertigt eine genaue Skizze eurer Landefähre an. Beschreibt, wie die verschiedenen Komponenten und Materialien euren Ei-Stronauten schützen sollen. Legt, basierend auf den Materialkosten, ein Budget für eure Landekapsel fest und vergesst nicht die Kosten für das Ei-Stronautentraining und den Start mit einzurechnen:



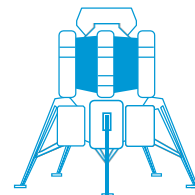
Material	Stückpreis	Menge	Kosten
Kosten für die Landefähre			
Gesamtgewicht (Ei-Stronaut + Fähre)			
Startkosten			
Kosten für das Ei-Stronautentraining			
Gesamtkosten (Fähre + Start + Training)			

→ Aufgabe 2: Test der Mondlandefähre

Teil 1

1. Notiert euch vor dem Start die Landebedingungen (Wind, Regen, Härte des Bodens etc.).

Stellt sicher, dass euer Ei-Stronaut es bequem hat. Bereitet euch für den Test vor.



Achtung, fertig, los!

2. Hat der Ei-Stronaut die Landung überlebt? **Ja** _____ **Nein** _____

3. Wie weit entfernt vom Zielbereich ist die Fähre gelandet? _____ **cm**

4. Wie gut hat euer Plan funktioniert? Würdet ihr jetzt etwas ändern?

5. Nachdem ihr die Landungen der anderen Gruppen beobachtet habt, sind euch Gemeinsamkeiten bei den Fähren aufgefallen, in denen der Ei-Stronaut überlebt hat?

Teil 2

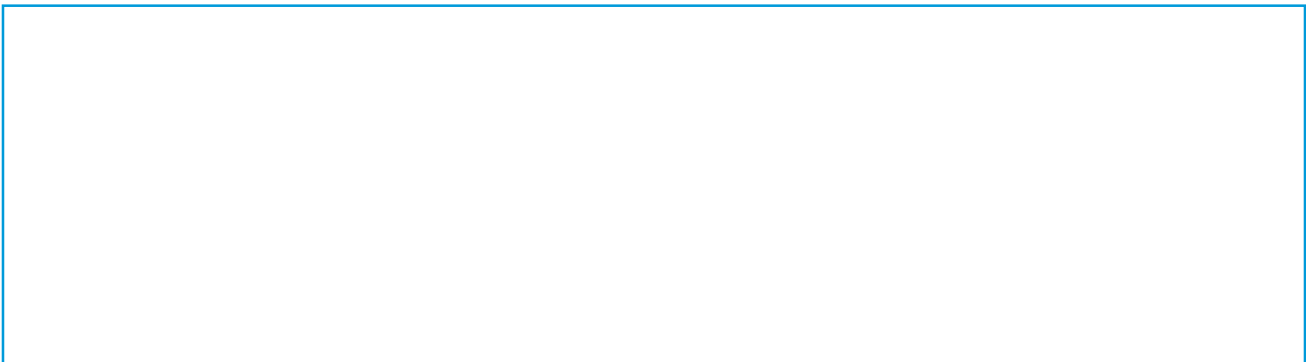
Für diese Aufgabe benötigt ihr die Verschiebung der Landefähre als Zeitfunktion.

1. Berechnet die Aufprallgeschwindigkeit der Landefähre mithilfe eines Graphen zur Verschiebung in y-Richtung vs. Zeit.



2. Stelle die Geschwindigkeit in y-Richtung als Zeitfunktion dar. Ermittle mit dem Graphen die Aufprallgeschwindigkeit. Stimmt der Wert mit dem aus Aufgabe 1 überein? Erkläre die Abweichung, falls es eine gibt.

3. Nutze die Zeitfunktion der Geschwindigkeit in y-Richtung, um die Beschleunigung der Landefähre zu berechnen.



4. Die Gravitationsbeschleunigung beträgt $9,8 \text{ m/s}^2$. Erkläre, warum du diesen Wert nicht erhältst.

→ Aufgabe 3: Landung auf dem Mond

Zeit, sich für die Landung auf dem Mond vorzubereiten. Ihr habt eure Landefähre auf der Erde getestet, aber was passiert, wenn sie auf dem Mond landen muss?

- Es gibt viele Unterschiede zwischen Mond und Erde. Listet 3 Faktoren auf, die eine Landung auf dem Mond bzw. auf der Erde beeinflussen:

Landung auf der Erde	Landung auf dem Mond
1. _____	1. _____
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____

- Die Gravitationsbeschleunigung (g) eines Planeten wird folgendermaßen beschrieben:

$$g = G \frac{m}{r^2}$$

G ist die Gravitationskonstante, m entspricht der Masse des Planeten (bzw. Mond), r ist der Radius des Planeten (bzw. Mond). Nutze die unten angegebenen Werte um die Fragen a) und b) zu beantworten:

$G = 6,67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$	
$r_{\text{Mond}} = 1737 \text{ km}$	$m_{\text{Mond}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$
$r_{\text{Erde}} = 6371 \text{ km}$	$m_{\text{Erde}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

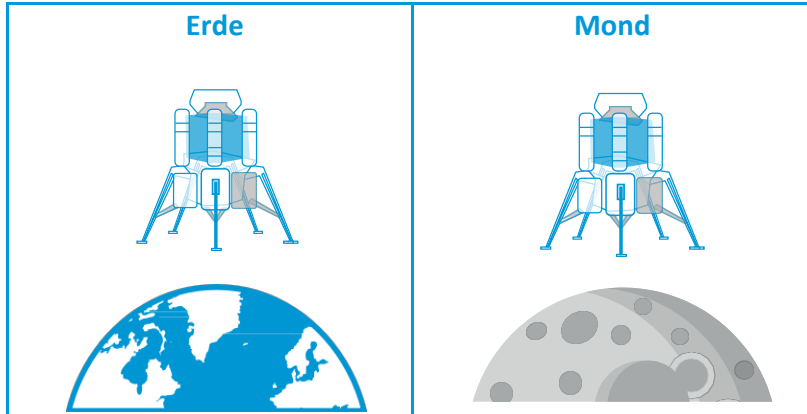
- Berechnet die Gravitationsbeschleunigung auf der Erde und auf dem Mond.

$g_{\text{Erde}} =$
$g_{\text{Mond}} =$

- Berechnet mithilfe von Newtons zweitem Gesetz $F = m \cdot a$ die Gravitationskraft eurer Landefähre auf dem Mond und auf der Erde.

$F_{g, \text{Erde}} =$
$F_{g, \text{Mond}} =$

3. a) Zeichnet die Kräfte ein, die auf dem Mond bzw. auf der Erde auf die Landefähre einwirken.



b) Erklärt euer Kräftediagramm.

4. Was würdet ihr ändern, um eure Landefähre besser für eine Mondlandung vorzubereiten?
Erklärt eure Ideen.

→ ANHANG 1

Aufgabe 1 – Entwurf und Bau einer Mondlandefähre

Obligatorische Kosten:

Training des Ei-Stronauten	300 Millionen €
Kosten für den Start	1 Million € pro Gramm

Material:

1 Blatt A4 Papier	50 Millionen €
1 Strohhalm	100 Millionen €
1 Marshmallow	150 Millionen €
1 Eisstiel	100 Millionen €
1 Plastiktüte	200 Millionen €
1 m Faden	100 Millionen €
1 m Klebeband	200 Millionen €
1 Ballon	200 Millionen €

