



# principia

MISSION

## Mathematik im Weltraum Pack 3

Geschwindigkeiten, Entfernungen und Zeiten beim Flug zur Internationalen Raumstation (ISS)

Eine Mathematik-Ressource für Grund- und Sekundarschullehrer.

9 - 16





## UK Space Agency (Britische Weltraumorganisation)

Die Britische Weltraumorganisation steht im Mittelpunkt der britischen Bemühungen zur Erkundung und Nutzung des Weltraums. Der aufstrebende britische Raumfahrtsektor trägt jährlich 11,8 Milliarden Pfund zur britischen Wirtschaft bei und beschäftigt direkt über 34.000 Menschen mit einer durchschnittlichen Steigerungsrate von fast 8,5%. Die britische Weltraumorganisation ist dafür verantwortlich, dass das Vereinigte Königreich eine strategische Fähigkeit bei weltraumbasierten Systemen, Techniken, Wissenschaftsleistungen und Anwendungen aufrecht erhält und ausbaut.



## STEM Learning Ltd

STEM Learning Ltd betreibt das National STEM Learning Centre and Network (Nationales MINT-Lernzentrum und Netz). Es bietet Unterstützung auf lokaler Ebene durch wissenschaftliche Unterrichtspartnerschaften in ganz England sowie Partner in Schottland, Wales und Nordirland. Neben einer Reihe anderer Projekte unterstützt es MINT-Bildungsprojekte. STEM Learning ist eine Initiative des White Rose University-Konsortiums (das die Universitäten Leeds, Sheffield und York umfasst) sowie die Universität Sheffield Hallam.



## ESERO

ESERO-UK, auch als das britische Amt für weltraumbasierte Bildungsangebote und Ressourcen bekannt, fördert die Nutzung des Weltraums zur Verstärkung und Unterstützung des Unterrichts und des Erlernens der MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) in Schulen und Gesamtschulen im gesamten Vereinigten Königreich.



## Principia

Tims Mission in der Internationalen Raumstation mit der Bezeichnung „Principia“ nutzt die einzigartige Umgebung des Weltraums zur Durchführung von Versuchen sowie zum Ausprobieren neuer Techniken für künftige Erkundungsmissionen mit Menschen. Tim besucht als erster britischer ESA-Astronaut die Raumstation, wo er sechs Monate als Mitglied der internationalen Besatzung verbringt.

# Einleitung

Am 15. Dezember 2015 brach der ESA-Astronaut Tim Peake zu der sechsmonatigen Principia-Mission zur Internationalen Raumstation auf. Principia wurde nach Isaac Newtons *Naturalis Principia Mathematica* benannt, worin er die Grundsätze von Bewegung und Schwerkraft beschreibt.

Bildung und Anregung Jugendlicher ist ein zentrales Element der Principia-Mission. Tim ist entschlossen, Principia zu einem aufregenden Abenteuer für die jüngere Generation zu machen. Die vorliegende Ressource gehört zu einem umfassenden Bildungsprogramm, mit dem Kinder zum Erlernen der MINT-Fächer angeregt werden sollen.

Diese Sammlung von Mathematik-Ressourcen richtet sich an Lehrer von Schülern der Schlüsselphasen 2, 3 und 4 (Altersgruppe 7 bis 16 Jahre) und ist eng mit Elementen der nationalen Mathematik-Lehrpläne von England, Nordirland, Schottland und Wales abgestimmt, die auf neue und anregende Weise unterrichtet werden können. Die Kinder können vertraute und unbekannte mathematische Ideen im Zusammenhang mit Tims Principia-Mission, einschließlich Schätzungen, Messungen, Kombinationen, Permutationen und Wahrscheinlichkeit, erkunden.

Dieser Leitfaden für Lehrer und die dazugehörigen Ressourcen lassen sich in unterschiedlicher Weise einsetzen:

1. Durch die Bearbeitung der Aufgaben in der vorgegebenen Reihenfolge werden die darin aufgeführten Verbindungen zum Lehrplan abgedeckt. Dies kann im Rahmen einer Themenwoche oder über mehrere Sitzungen hinweg erfolgen.
2. Die Lehrer können auswählen, welche Aufgaben, Ressourcen und Links sie wann verwenden – diese lassen sich unabhängig voneinander einsetzen. Dadurch werden die Möglichkeiten erweitert, wie derzeit weltraumbezogene und mathematische Themen unterrichtet werden. Wenn sich die Lehrer spezifische Herausforderungen vornehmen, die sich mit ihren Interessen und denen der Kinder decken, dann können die Lernaufgaben auch selektiv ausgewählt werden.
3. Möglicherweise möchten die Lehrer den Kindern, entweder in der Klasse oder als Teil einer Aufgabe außerhalb des Lehrplans, die Aufgaben nur vorstellen.

Klicken Sie [hier](#) zu weiteren Unterrichtsressourcen und Ideen im Zusammenhang mit Tims Mission.

# Verbindungen zum Lehrplan

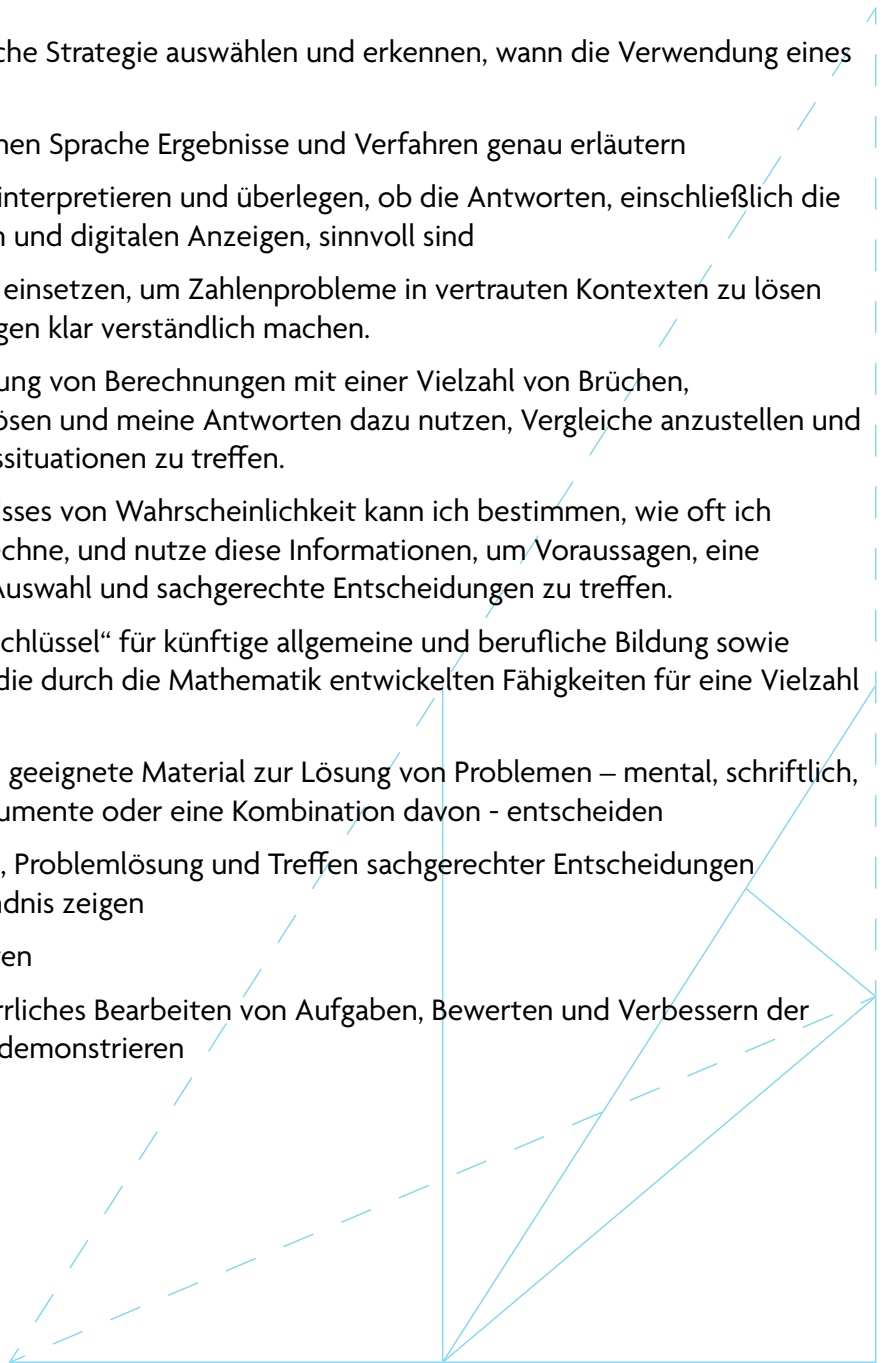
Thematischer Inhalt:

- Verwendung der vier Rechenarten
- Beziehungen zwischen den Rechenarten einschließlich Umkehroperationen erkennen und einsetzen
- Standardeinheiten von Masse, Länge, Zeit, Geld und anderen Maßen einschließlich Dezimalmengen verwenden
- Zahlen und Maße auf einen geeigneten Genauigkeitsgrad runden [beispielsweise auf eine Zahl von Dezimalstellen oder signifikanten Ziffern]
- Die Annäherung durch Runden verwenden, um Antworten zu schätzen, und etwaige Folgefehler zu berechnen, die mit der Ungleichheitsnotation  $a < x \leq b$  ausgedrückt werden
- Einen Taschenrechner bzw. andere Techniken verwenden, um Ergebnisse genau zu berechnen, und sie anschließend in geeigneter Weise interpretieren
- Frei zwischen miteinander verbundenen Standardeinheiten [beispielsweise Zeit, Länge, Fläche, Volumen/Fassungsvermögen, Masse] wechseln
- Skalierungsfaktoren, Skalendiagramme und Karten verwenden
- Abgeleitete Einheiten wie Geschwindigkeit, Einheitspreisfestsetzung und Dichte zur Problemlösung verwenden
- Probleme mit Kreisumfängen von zweidimensionalen Formen (einschließlich Kreisen), Kreisflächen und zusammengesetzten Formen berechnen und lösen

Mathematisch arbeiten:

- Geeignete Berechnungsstrategien auswählen und einsetzen, um zunehmend komplexere Probleme zu lösen
- Die Algebra zur Verallgemeinerung der Arithmetik-Struktur verwenden, einschließlich zur Formulierung mathematischer Beziehungen
- Ihr mathematisches Wissen, teilweise durch die Lösung von Problemen und die Bewertung der Ergebnisse, einschließlich mehrstufiger Probleme, entwickeln
- Vermutungen über Muster und Beziehungen anstellen und überprüfen; Nachweise oder Gegenbeispiele ermitteln
- Interpretieren, wann die Struktur eines numerischen Problems eine additive, multiplikative oder proportionelle Schlussfolgerung erfordert
- Ihr mathematisches Wissen, teilweise durch die Lösung von Problemen und die Bewertung der Ergebnisse, einschließlich mehrstufiger Probleme, entwickeln
- Geeignete Konzepte, Methoden und Techniken zur Anwendung auf unbekannte und nicht routinemäßige Probleme auswählen.

- Über den Lehrplan mathematische Fähigkeiten auf eine Vielzahl von Kontexten und Alltagssituationen übertragen
- Eine Vielzahl möglicher Ansätze auswählen, ausprobieren und bewerten und komplexe Probleme in mehrere Aufgaben aufgliedern
- Für die zur Lösung einer Aufgabe oder zum Erreichen einer Lösung erforderlichen Schritte Prioritäten setzen und sie organisieren
- Eine geeignete mentale oder schriftliche Strategie auswählen und erkennen, wann die Verwendung eines Taschenrechners angebracht ist
- Anhand der geeigneten mathematischen Sprache Ergebnisse und Verfahren genau erläutern
- Antworten im Kontext des Problems interpretieren und überlegen, ob die Antworten, einschließlich die anhand von Taschenrechner, analogen und digitalen Anzeigen, sinnvoll sind
- Ich kann eine Vielzahl von Methoden einsetzen, um Zahlenprobleme in vertrauten Kontexten zu lösen und dabei meine Prozesse und Lösungen klar verständlich machen.
- Ich kann Probleme durch die Ausführung von Berechnungen mit einer Vielzahl von Brüchen, Dezimalbrüchen und Prozentsätzen lösen und meine Antworten dazu nutzen, Vergleiche anzustellen und eine sachgerechte Auswahl für Alltagssituationen zu treffen.
- Durch Anwendung meines Verständnisses von Wahrscheinlichkeit kann ich bestimmen, wie oft ich mit dem Eintreten eines Ereignisses rechne, und nutze diese Informationen, um Voraussagen, eine Risikobewertung, eine sachgerechte Auswahl und sachgerechte Entscheidungen zu treffen.
- Die Rolle der Mathematik als einen „Schlüssel“ für künftige allgemeine und berufliche Bildung sowie Beschäftigung prüfen. Erkunden, wie die durch die Mathematik entwickelten Fähigkeiten für eine Vielzahl von Berufen nützlich sind
- Über die geeignete Methode und das geeignete Material zur Lösung von Problemen – mental, schriftlich, Taschenrechner, mathematische Instrumente oder eine Kombination davon - entscheiden
- Durch kritisches und flexibles Denken, Problemlösung und Treffen sachgerechter Entscheidungen eingehendes mathematisches Verständnis zeigen
- Effektiv mit anderen zusammenarbeiten
- Durch systematisches Arbeiten, beharrliches Bearbeiten von Aufgaben, Bewerten und Verbessern der eigenen Leistung Selbstmanagement demonstrieren



## Lernaufgaben

### Geschwindigkeiten, Entfernungen und Zeiten beim Flug zur Internationalen Raumstation (ISS)

Die unten stehenden Aufgaben und Ideen sollen die Schüler dazu veranlassen, über die Maßnahmen nachzudenken, die mit Tim Peakes Mission auf der Internationalen Raumstation zusammenhängen:

| Aufgabe 1  |   |
|--|---|
| <p>Ordnet die nachstehenden Entfernungen:</p> <p>a) Erde zur ISS (<a href="#">info</a>)</p> <p>b) Radius der Erde (<a href="#">info</a>)</p> <p>c) Luxemburg bis München (<a href="#">info</a>)</p> <p>d) Luxemburg bis Straßburg (<a href="#">info</a>)</p> <p>e) Ein Vierfach-Ultra-Triathlon (<a href="#">info</a>)</p> <p>* Ein Vierfach-Ultra-Triathlon ist eine Form eines Langstrecken-Triathlons mit größerer Entfernung als der Ironman-Triathlon (3,8 km Schwimmen, 180,2 km Radfahren, 42,1 km Laufen). Die derzeit schnellste Zeit für einen Vierfach-Ultra-Triathlon beträgt 53 Std., 41 Min., 00 Sek., aufgestellt 1993 durch Søren Højbjerg aus Norwegen.</p> | <p>Ungefähre Entfernungen:</p> <p>a) 400 km</p> <p>b) 6,500 km</p> <p>c) 570 km</p> <p>d) 260 km</p> <p>e) 900 km (15,2 km schwimmen, 720 km Radfahren, 168,8 km laufen)</p> <p>Richtige aufsteigende Reihenfolge: d, a, c, e, b.</p> |

| Aufgabe 2  |
|--|
| <p>Wie weit ist die Erdoberfläche von der Internationalen Raumstation entfernt?</p> <p>Zur Demonstration benötigen Sie 3 oder mehr Schüler (oder Kunststoffbecher):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• „A“ steht in einer Ecke des Klassenzimmers und stellt die Erde dar.</li><li>• „B“ stellt den Mond dar. Diese Aufgabe funktioniert am besten, wenn A und B 10 m auseinanderstehen.</li><li>• Die Schüler können dann vorschlagen, wo sich in dem Modell ihrer Meinung nach die ISS in Bezug auf die Erde und den Mond befindet.</li></ul> <p>Die richtige Entfernung anhand dieser Skala beträgt 1 cm von der Erde weg.<br/>Die Entfernung Erde-ISS beträgt ungefähr 400 km.<br/>Die Entfernung Erde-Mond beträgt ungefähr 384.400 km.</p> <p>Bei Verwendung andere Skalen sollte sich der Mond etwa tausendmal weiter weg von der Erde als die ISS befinden.</p> <p>(Zu weiteren Ideen und Ressourcen siehe unsere Ressourcenliste « <a href="#">Night Sky</a> » (Nachthimmel) und « <a href="#">Earth and Space</a> » (Erde und Weltraum)).</p> |

### Aufgabe 3

„Wie viele \_\_\_\_\_ benötigt man, um zur ISS zu gelangen?“

Fordern Sie die Schüler auf, herauszufinden, wie viele Lehrbücher, Menschen oder Schreibetuis sie benötigen würden, um aufeinandergestapelt zur Internationalen Raumstation bei einer Entfernung zu gelangen, die zwischen 330 und 410 km von der Erdoberfläche schwankt.

(Zu weiteren Unterrichtsideen siehe das Video « [Accuracy of measures](#) » (Messgenauigkeit), als Teil unserer Sammlung [Teachers TV](#))

### Aufgabe 4

Auf der Erde legt man auf der Höhe des Äquators bei einer Umdrehung ca. 40.000 km zurück.

Welche zusätzliche Entfernung muss Tim auf der ISS zurücklegen, um eine Umlaufbahn zu vollenden?

Falls benötigt: Der Radius der Erde beträgt 6371 km. (Siehe die Ressource « [Circles](#) » (Kreise) für zusätzliche Unterrichtsideen als Teil unserer Sammlung [Instant Maths Ideas](#)).

Die bei jeder Umdrehung zusätzlich zurückgelegte Entfernung beträgt ungefähr:

$$\begin{aligned} & 2\pi (r+400) - 2\pi r \\ &= 2\pi r + 800\pi - 2\pi r \\ &= 800\pi \\ &\approx 2.500 \text{ km} \end{aligned}$$

Prozentual sind dies zusätzliche 6,25 % des Flugs.

## Aufgabe 5

Bei seiner Mission an Bord der ISS umkreist Tim die Erde 16-mal pro Tag.

- Welches ist seine mittlere Geschwindigkeit?
- Wie viele Umlaufbahnen wird Tim während der Mission vollenden?
- Wie viele Kilometer wird er eurer Meinung nach während seiner Mission zurücklegen?

(Zu weiteren Ideen und Ressourcen sieh unsere Ressourcenliste « [Compound Units](#) »)

Das Augenmerk sollte darauf gelegt werden, dass die Schüler das Problem klar strukturieren und jede ihrer Schätzungen begründen.

Die Schüler müssen die Entfernung, die die ISS bei jeder Umdrehung zurücklegt (siehe oben), und die hierfür erforderliche Zeit berechnen (ungefähr 16 Umlaufbahnen täglich ergibt 90 Minuten je Umdrehung).

Die Internationale Raumstation fliegt mit ca. 27.378 km/h.

Dies entspricht etwa  $16 \times 180 \approx 3.000$  Umlaufbahnen.

Grobe Schätzung:

$$3.000 \text{ Umlaufbahnen} \times 42.500 \text{ km} \\ = 127,5 \text{ Millionen Kilometer}$$

## Aufgabe 6

Wenn es eine direkte Straße zur ISS gäbe, wie lange würde es dauern, um sie mit einem Auto zu erreichen?

Tim benötigt 6 Stunden, um zur ISS zu gelangen. Weshalb dauert das eurer Meinung nach so lange?

(Zu weiteren Unterrichtsideen siehe unsere Listen « [Describing Motion](#) » (beschreibe die Bewegung) und « [Time](#) » (die Zeit))

Wenn man als Entfernung 400 km annimmt, würde die Fahrt bei einer mittleren Geschwindigkeit von 50 km/h acht Stunden dauern.

Die Internationale Raumstation fliegt mit etwa der zehnfachen Geschwindigkeit einer Gewehrkugel, d.h. 27.360 km/h.

Die Sojus-Raumkapsel muss sich an diese Geschwindigkeit anpassen und sich millimetergenau ausrichten, damit das Andocken erfolgen kann.

Was würde passieren, wenn die Sojus-Raumkapsel direkt nach oben flöge, um zur ISS zu gelangen?

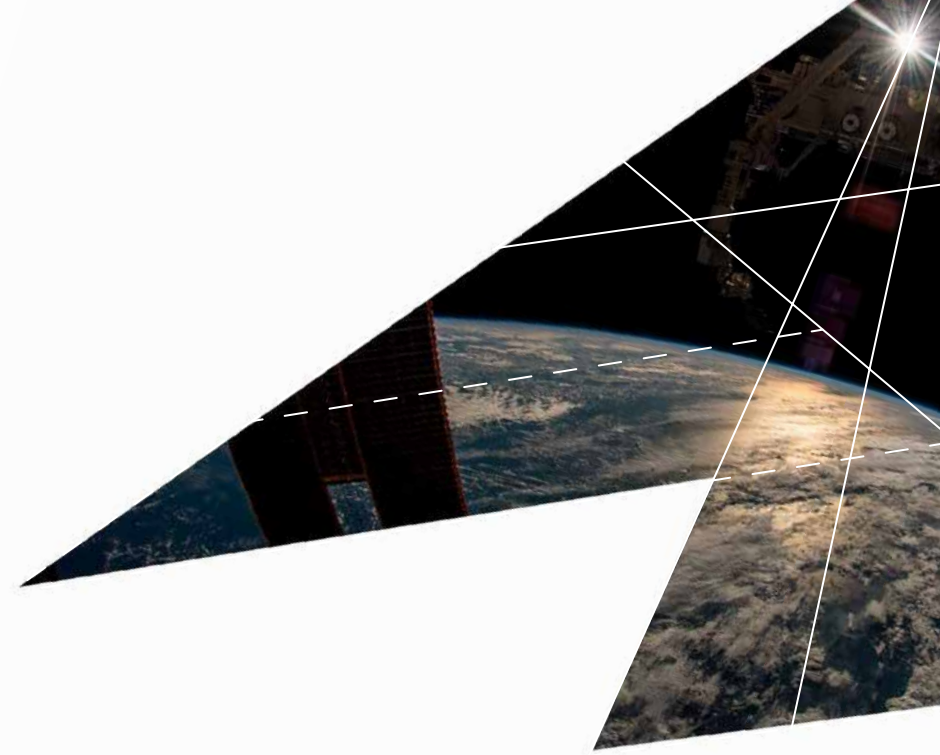
Stattdessen folgt die Kapsel einer Flugbahn, die die Erde mehrfach umkreist, bevor sie an der ISS andockt.

(Zu weiteren Informationen, wie Tim Peake in den Weltraum und zurück gelangt, klicken Sie [hier](#))



Ordnet die nachstehenden Entfernungen:

- a) Erde zur ISS
- b) Radius der Erde
- c) Luxemburg bis München
- d) Luxemburg bis Straßburg
- e) Ein Vierfach-Ultra-Triathlon

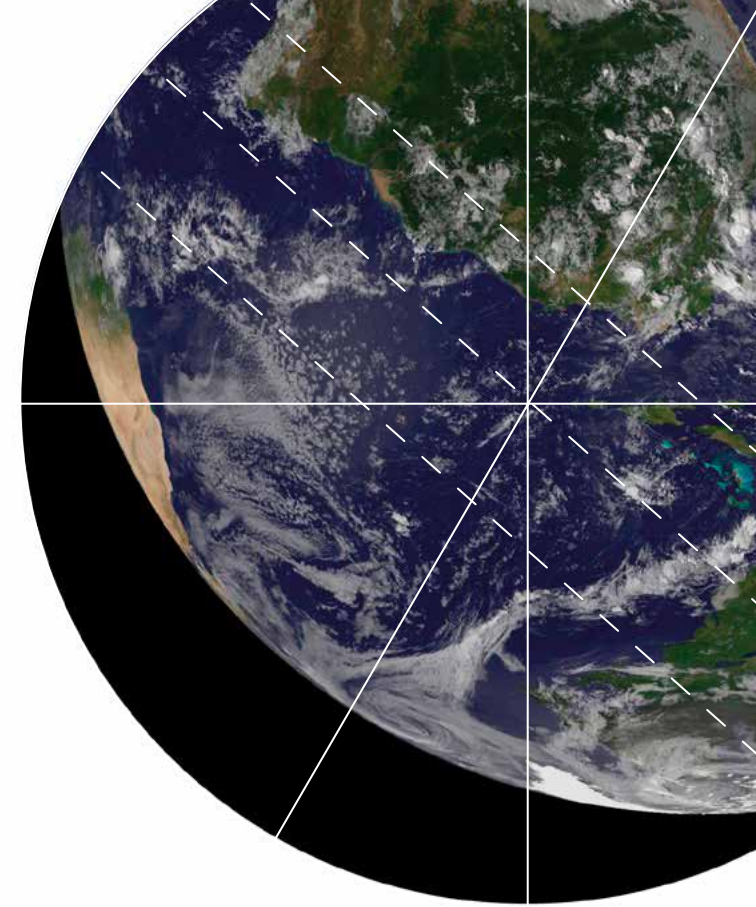


Umkreisen der Erde:

Auf der Erde legt man bei einer Umdrehung ungefähr 40.000 Kilometer zurück.

Falls benötigt: Der Radius der Erde beträgt 6.371 Kilometer.

Welche Entfernung muss Tim auf der ISS zurücklegen, um eine Umlaufbahn zu vollenden?



Mittlere Geschwindigkeit:

Bei seiner Mission an Bord der ISS umkreist Tim die Erde 16-mal pro Tag.

- Wie viele Umlaufbahnen wird Tim während der Mission vollenden?
- Wie viele Kilometer wird er eurer Meinung nach während seiner Mission zurücklegen?
- Welches ist seine mittlere Geschwindigkeit?



Reise zur ISS:

Wenn es eine direkte Straße zur ISS gäbe, wie lange würde es dauern, sie mit einem Auto zu erreichen?

Tim benötigt 6 Stunden, um zur ISS zu gelangen. Weshalb dauert das eurer Meinung nach so lange?

Die Sojus-Raumkapsel muss sich an diese Geschwindigkeit anpassen und sich millimetergenau ausrichten, damit das Andocken erfolgen kann.

Was würde passieren, wenn die Sojus-Raumkapsel direkt nach oben flöge, um zur ISS zu gelangen?

Die Internationale Raumstation fliegt mit 27.378 km/h, etwa der zehnfachen Geschwindigkeit einer Gewehrkugel.



## Findet plausible Schätzungen zu den nachstehenden Fragen:

### Haare

Wenn Tim seine Haare auf der Mission nicht schneiden ließe, wie lange wären sie bei seiner Rückkehr?

### Von Angesicht zu Angesicht

Wie viele Astronauten leben derzeit auf der Erde? Wie hoch sind eure Chancen, einen von ihnen in eurem Alltag zu treffen? Wie hoch ist die Chance, morgen einen zu treffen? In diesem Monat? In diesem Jahr? Überhaupt einmal? Wie ist das bei jemandem, den ihr kennt?

### Fernseher

Im Weltraum hat Tim keinen Fernseher. Wie viele Episoden von „Match of the Day“ findet er auf seinem Recorder, wenn er nach Hause kommt? Wie vielen Toren entspricht das eurer Meinung nach?

### Herzschläge

Tim glaubt, dass sich sein Herzschlag während seiner Mission um durchschnittlich 10% erhöhen kann. Er glaubt, dass dies einer Million zusätzlicher Herzschläge entsprechen könnte. Seid ihr damit einverstanden?

### Sauerstoff

Tim braucht ungefähr 6 Stunden, um zur Internationalen Raumstation zu gelangen. Wie viel Sauerstoff benötigt er eurer Meinung nach?



**principia**  
MISSION



# Zusatzfragen

## Enrico Fermi

Enrico Fermi war ein italienischer Physiker, geboren 1901. Er ist hauptsächlich dafür bekannt, dass er den ersten Atomreaktor der Welt baute. 1938 erhielt er den Nobelpreis für Physik. Zu weiteren Informationen über sein Leben klickt [hier](#).

Bei Fermi-Fragen (auch bekannt als Fermi-Probleme oder Schätzungen) geht es normalerweise darum, mit wenigen oder sogar keinen Informationen gut angenäherte Berechnungen anzustellen. Die klassische Fermi-Frage lautet: „Wie viele Klavierstimmer gibt es in Chicago?“ Das Problem kann in mehreren Schritten anhand einer Reihe plausibler Schätzungen gelöst werden, um eine vernünftige angenäherte Lösung zu erhalten.

## Fermi-Fragen

### Haare

Wenn Tim seine Haare auf der Mission nicht schneiden ließe, wie lange wären sie bei seiner Rückkehr?

### Von Angesicht zu Angesicht

Wie viele Astronauten leben derzeit auf der Erde? Wie hoch sind eure Chancen, einen von ihnen in eurem Alltag zu treffen? Wie hoch ist die Chance, morgen einen zu treffen? In diesem Monat? In diesem Jahr? Überhaupt einmal? Wie ist das bei jemandem, den ihr kennt?

### Fernseher

Im Weltraum hat Tim keinen Fernseher. Wie viele Episoden von „Match of the Day“ findet er auf seinem Recorder, wenn er nach Hause kommt? Wie vielen Toren entspricht das eurer Meinung nach?

### Herzschläge

Tim glaubt, dass sich sein Herzschlag während seiner Mission um durchschnittlich 10% erhöhen kann. Er glaubt, dass dies einer Million zusätzlicher Herzschläge entsprechen könnte. Seid ihr damit einverstanden?

### Sauerstoff

Tim braucht ungefähr 6 Stunden, um zur Internationalen Raumstation zu gelangen. Wie viel Sauerstoff benötigt er eurer Meinung nach?