

Science-Fiction-Literatur im Astronomieunterricht

Henrik Bernshausen, Simon F. Kraus

Universität Siegen, Didaktik der Physik, Adolf-Reichwein-Straße 2, 57068 Siegen
bernshausen@physik.uni-siegen.de, kraus@physik.uni-siegen.de

Kurzfassung

Die nach wie vor hohe Medienpräsenz von Science-Fiction-Themen lässt sich auf vielfältige Weise für den Unterricht nutzen. Ein gesteigertes Interesse wird durch die Verwendung von kontextorientierten Aufgaben erwartet und ist durch die Theorie des situierten Lernens untermauert. Meist wird dabei auf Filmausschnitte zurückgegriffen. Eine andere Möglichkeit ist die Nutzung von Science-Fiction-Literatur, die einen größeren Detailreichtum bietet und sich damit besser für eine konstruktive Auseinandersetzung eignet.

Der Beitrag gibt einen Überblick über die Schwierigkeiten und Potentiale bei der Verwendung von Literatur im Unterricht und bietet Hilfestellungen bei der Suche nach geeigneten Werken. Weiterhin werden anhand konkreter Textbeispiele verschiedene Aufgabenformate vorgestellt, die im Physikunterricht unterschiedliche Funktionen übernehmen können. Das Spektrum reicht hierbei von Anlässen zu einfachen Berechnungen - mit dem Ziel der Übung und Festigung - bis hin zu offenen Aufgaben, die ein hohes Maß an Modellierung und die Anwendung physikalischer Denkprinzipien erfordern.

1. Einleitung

Hugo Gernsback (1884-1967), US-amerikanischer Science-Fiction-Autor und Verleger der Science-Fiction Magazins „Amazing Stories“ schrieb im Vorwort zur ersten Ausgabe

„By 'scientifiction' I mean the Jules Verne, H G Wells and Edgar Allan Poe type of story – a charming romance intermingled with scientific fact and prophetic vision ... Not only do these amazing tales make tremendously interesting reading – **they are always instructive. They supply knowledge** ... in a very palatable form ... New adventures pictured for us in the scientifiction of today are not at all impossible of realization tomorrow ... Many great science stories destined to be of historical interest are still to be written ... **Posterity will point to them as having blazed a new trail, not only in literature and fiction, but progress as well.**“

Man erkennt an diesem Zitat, das *Gernsback* Lehre und auch Forschung als integrale Funktion von Science-Fiction-Geschichten betrachtete. Auch *Isaac Asimov* (1920-1992) empfahl bereits 1958: „Try Science Fiction as a teaching aid.“

Wir wollen dieser Empfehlung nachkommen und kaum beschrittene Wege aufzeigen, wie sich Science-Fiction in den Schulunterricht integrieren lässt.

2. Warum Science-Fiction im Unterricht?

Die Autoren halten ein persönliches Interesse des Lehrenden am Unterrichtsgegenstand für einen entscheidenden Faktor für eine gelungene Umsetzung nachhaltiger Lernprozesse. Selbstverständlich ist ein persönliches Interesse allein noch keine hinreichen-

de Begründung für die Behandlung von Science-Fiction im Unterricht. Weitere gute Gründe für eine Einbindung sind u.a. das offensichtlich vorhandene Interesse der Allgemeinheit an der Thematik (30 Science-Fiction-Kinofilme im Jahr 2013, dazu eine Vielzahl von Fernsehserien und -filmen), sowie eine große Anzahl von populärwissenschaftlichen und fachdidaktischen Veröffentlichungen.

Hinsichtlich der lerntheoretischen Einordnung sei der Weg vom reinen Formellernen hin zu fächerübergreifenden Problemstellungen in multiplen Kontexten genannt. Die Erarbeitung flexibler Lösungswege innerhalb einer kontextorientierten Aufgabenkultur soll u.a. zur der Vermeidung trägen Wissens beitragen. Auf die theoretischen Grundlagen soll an dieser Stelle nicht weiterer eingegangen werden. Als Stichwort sei nur die Theorie des situierten Lernens genannt, welche Lernprozesse im sozialen Kontext beschreibt und hier von Bedeutung ist.

3. Warum Science-Fiction-Literatur?

Unterricht im Kontext von Science-Fiction zu betreiben ist selbstverständlich keine neue Idee. Bislang beschränkt sich die Auswahl der Medien jedoch meist auf Filmausschnitte. Angesichts der Fülle an Filmen und Serien zur Thematik kann die berechtigte Frage nach der Begründung für den Einsatz eines weiteren Mediums in Form von Literatur aufkommen.

Der Einsatz von Filmen bringt Vor- und Nachteile mit sich. Der größte Vorteil besteht sicherlich in der Verwendung einzelner Szenen, deren Länge sich teils auf einige Sekunden reduzieren lässt. Der grö-

ßere Zusammenhang der Handlung kann dabei vernachlässigt werden.

Einschränkende Faktoren für die Nutzung von Filmmaterial sind etwa die begrenzte Laufzeit (meist ca. 120 min), sowie die technischen Möglichkeiten in Form von Special Effects und den Kameraeinstellungen. Beide Punkte betreffen die physikalisch einwandfreie Darstellung der filmischen Handlung. Auch muss, angesichts der teilweise enorm hohen Produktionskosten, das primäre Ziel eines Films die Unterhaltung der Zuschauer sein, was nicht immer mit einer naturwissenschaftlich vertretbaren Umsetzung in Einklang zu stehen scheint. Als letzter Punkt sei das physikalische Verständnis der Drehbuchautoren genannt, die bei der Verfilmung von Romanvorlagen als zusätzliche Instanz Einfluss auf das Ergebnis nimmt.

Mögliche Folgen der genannten Einschränkungen sind:

- begrenzter Detailreichtum (durch die beschränkte Laufzeit),
- teils eklatante Fehler (man denke an die Darstellung dichter Asteroidenfelder oder von Geräuschen im Vakuum),
- eine oft mühsame Recherche,
- fehlerhafte Schlussfolgerungen.

Die beiden letztgenannten Punkte werden nachfolgend jeweils durch ein Beispiel verdeutlicht.

Soll etwa die künstliche Schwerkraft innerhalb des Raumschiffes *Discovery* aus dem Film 2001 - *Odyssee im Weltraum* berechnet werden, so müssen die notwendigen Daten zunächst unter hohem Aufwand der Szene bzw. dem Bild entnommen werden. Der Schwerpunkt der Aufgabe verlagert sich dabei von der Anwendung physikalischen Wissens zu einem methodischen Schwerpunkt, dessen Hauptaugenmerk im Extremfall der Bedienung einer Software zur Videoanalyse gilt. Auch wenn es sich dabei natürlich um einen legitimen Ansatz handelt, ist das nicht die Intention unserer Vorschläge.

Ein Beispiel für „fehlerhafte“ Schlussfolgerungen ist etwa in [1] zu finden. Darin wurde der Versuch angestellt, die Schwerebeschleunigung auf verschiedenen Planeten des Star Wars Universums durch Analyse entsprechender Filmszenen zu bestimmen. Als Ergebnis erhielt man hier – aus naheliegenden Gründen – für jeden Planeten die Erdschwerebeschleunigung g . Ein solcher Ansatz könnte sich offensichtlich – extrem aufwendige Special Effects ausgenommen – lediglich bei vollständig animierten Filmen als sinnvoll erweisen.

Der Rückgriff auf Literatur hilft einige der genannten Einschränkungen zu umgehen. Special Effects entfallen (Kopfkino) und Umfangsbeschränkungen finden sich kaum, so dass detaillierte Beschreibungen möglich werden. Fakten sind im Klartext verfügbar und müssen nicht erst mühsam herausgefiltert werden. Als ein weiteres bedeutsames Ziel ist hier

auch die Lesekompetenz zu nennen, die bekanntermaßen einer beständigen Förderung bedarf.

Es soll an dieser Stelle auch auf Nachteile bei der Nutzung von Büchern hingewiesen werden. So sind viele Bücher nicht oder nicht mehr in deutscher Sprache erhältlich, was der verhältnismäßig kleinen Leserschaft des deutschsprachigen Raumes geschuldet ist. Dieses Problem wird in den kommenden Jahren voraussichtlich durch die verstärkte Veröffentlichung in Form von E-Books entschärft.

Natürlich findet sich – ebenso wie bei Filmen – auch bei Büchern eine Reihe von Negativbeispielen, deren fruchtbare Verwendung im Unterricht kaum möglich ist. Die Beschaffung geeigneter Literaturgrundlagen ist ein ganz eignes Problem und soll im folgenden Abschnitt behandelt werden.

4. Geeignete Literatur

Gesucht sind Bücher mit einem möglichst hohen Anteil an naturwissenschaftlich fundierten Inhalten. Solche Werke werden der Kategorie Hard-Science-Fiction zugeordnet, als Abgrenzung zur Soft-Science-Fiction, wo der Schwerpunkt auf gesellschaftswissenschaftlichen Themen liegt.

Die sicherlich beste Methode zur Materialbeschaffung ist die eigene Lektüre. Da dies im nötigen Umfang nur den Wenigsten möglich ist, kann geeignetes Material auch speziellen Katalogen (siehe etwa [5]) entnommen werden. Auch ein Rückgriff auf Bestenlisten, wie etwa in [4] zusammengestellt, ist ein guter Ansatzpunkt.

Autoren deren Werke einen hohen Gehalt an naturwissenschaftlichen Inhalten aufweisen, verfügen in vielen Fällen über eine einschlägige Ausbildung. Zu ihnen zählen etwa *Larry Niven* („Ringwelt“, BA in Mathematik), *Arthur C. Clarke* („Space Odyssee“ u.a., Mathematik und Physik) oder *Gregory Benford* („Timescape“, Professor für Physik). Mindestens ein Beispiel für besonders ergiebige Literatur würde bei einer Beschränkung auf das Kriterium einer entsprechenden Ausbildung des Autors jedoch durch das Raster fallen: Die Mars-Trilogie von *Kim Stanley Robinson* (Ph. D. in Englisch). Wir wollen im Folgenden dieses Werk näher betrachten und einige Beispiele für daraus abgeleitete Aufgaben vorstellen.

5. Die Mars-Trilogie

5.1. Inhalt

Die Reihe zeichnet sich durch eine ungewöhnlich hohe Dichte an wissenschaftlichen Fakten und Erläuterungen aus. Geschätzte 5-10% des Textes lassen sich aus naturwissenschaftlicher Perspektive analysieren und für den Unterricht verwenden. Neben Physik und Astronomie werden die Felder Biologie, Chemie, Geologie angesprochen, aber auch außerhalb der Naturwissenschaften bleiben interessante Inhalte aus den Bereichen Politikwissenschaf-

ten, Soziologie, Religion oder Psychologie nicht unbeachtet.

Die Mars-Trilogie behandelt die Kolonisierung des Mars und weiterer Himmelskörper im Sonnensystem durch den Menschen. Band 1 (Red Mars) stellt die Anfänge der Besiedlung dar und weist innerhalb der Trilogie die größte Dichte naturwissenschaftlicher Inhalte auf. Band 2 und 3 thematisieren aus naturwissenschaftlicher Sicht hauptsächlich das Terraforming und dessen langfristige Auswirkungen.

5.2. Aufgabenkonstruktion und -formate

Die grundsätzliche Idee ist die Konstruktion kontextorientierter Aufgaben mit Science-Fiction-Literatur als Ankermedium. Dabei stehen sich zwei Umsetzungsmöglichkeiten gegenüber. Zum einen ist dies die Auswahl von Textstellen aus Büchern passend zum Unterrichtsgegenstand durch die Lehrkraft und die anschließende Entwicklung entsprechender Aufgaben dazu.

Zum anderen kann ein Science-Fiction-Werk analog zu einer Deutschlektüre behandelt werden. Der ganzheitlichen Betrachtung folgt die Analyse des Buches aus dem Blickwinkel der Astronomie oder Physik. Es bieten sich hierbei auch vielfältige fächerübergreifende Möglichkeiten. Natürlich ist diese Herangehensweise im Hinblick auf Beschränkungen durch z.B. Lehrplan und Zentralabitur schwieriger – sie würde sich aber für einen Projektunterricht anbieten.

Das Spektrum möglicher Aufgaben reicht dabei von geschlossenen (Rechen-)aufgaben bis hin zu Aufgaben, die sich für eine ergebnisoffene Bearbeitung eignen.

Generell lassen sich im Wesentlichen drei Aufgabenformate identifizieren, für die wir im Anschluss jeweils ein Beispiel geben wollen, welches aus der Mars-Trilogie gewonnen wurde:

- Recherchieren,
- Evaluieren,
- Modellieren.

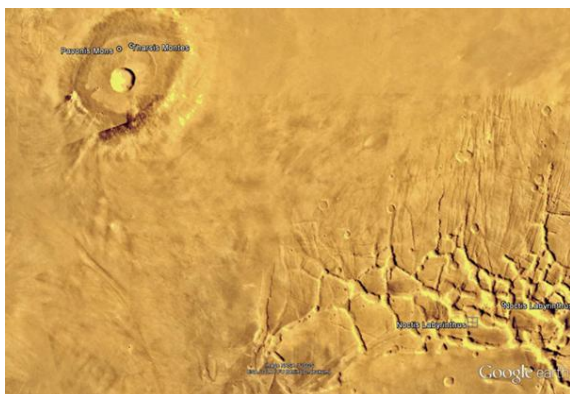


Abb. 1: Übersichtskarte des Pavonis Mons und Noctis Labyrinthus, Norden ist oben, Google Earth Screenshot © Google, NASA, USGS, ESA, DLR, FU Berlin (G. Neukum).

6. Aufgabenbeispiele

6.1. Recherchieren: Google Earth

In Red Mars – und auch den folgenden Bänden – werden häufig Reisen der Protagonisten über die Oberfläche des Planeten (in Fahr- oder Flugzeugen) sehr detailreich geschildert. Auch die Lage von Siedlungen wird meist präzise beschrieben und relativ zu besonderen Oberflächenmerkmalen wie etwa Gebirgszügen, Canyons oder Kratern angegeben.

Um die Lage von Orten und Reiserouten nachvollziehen zu können, bietet sich die Verwendung von Marskarten oder des Programms Google Earth an.

Wir wählen beispielhaft die Schilderung der Lage der ersten auf der Oberfläche errichteten Stadt:

„Chalmers stopped listening and let his gaze wander over the new city. They were going to call it Nicosia. It was the first town of any size to be built free-standing on the Martian surface; all the buildings were set inside what was in effect an immense clear tent, supported by a nearly invisible frame, and placed on the **rise of Tharsis, west of Noctis Labyrinthus**. This location gave it a tremendous view, with a distant western horizon **punctuated by the broad peak of Pavonis Mons**.“

Eine Karte der Region (siehe **Abb. 1**) zeigt sofort, dass bei einer Lage der Stadt direkt westlich von Noctis Labyrinthus der Pavonis Mons unmöglich am westlichen Horizont erscheinen kann. Vielmehr müsste sich „Nicosia“ nördlich oder nordwestlich des Grabenbruchsystems befinden. Bei Kritik dieser Art muss jedoch auch der Entstehungszeitpunkt des Buches im Jahr 1993 beachtet werden. Zwar waren bereits Karten der Viking-Sonden aus den 1970er Jahren vorhanden. Ein unkomplizierter Zugang dazu, wie er uns heute möglich ist, fehlte jedoch noch.

Neben reinem Kartenmaterial sind in Google Earth auch Höhenprofile verfügbar. So lässt sich weiterhin die Frage beantworten, ob und wenn ja bei welchem Abstand von Zentrum des Berges sein Gipfel für den Beobachter sichtbar wird.

Zur Anzeige des Höhenprofils wird im Programm zunächst ein Pfad quer über den Gipfel des Berges gezeichnet. Der Pfad wird unter „Orte“ angezeigt, ein Rechtsklick erlaubt die Anzeige des Höhenprofils.

Daraus lassen sich die notwendigen Daten (Höhe und Durchmesser) des Berges ablesen (**Abb. 2**). Auch die durchschnittliche und maximale Steigung entlang des Pfades werden dargestellt. Es zeigt sich das Pavonis Mons bei einem Durchmesser von etwa 300 km eine Höhe von 7-8 km über der unmittelbaren Umgebung aufweist. Vergleichbare Vulkane auf der Erde weisen bei ähnlichen Höhen einen Durchmesser von weit unter 100 km auf. Die sich daraus ergebende mittlere Steigung (zusammen mit dem kleineren Planetenradius und dem daraus resultierenden näheren Horizont) bewirkt bei den

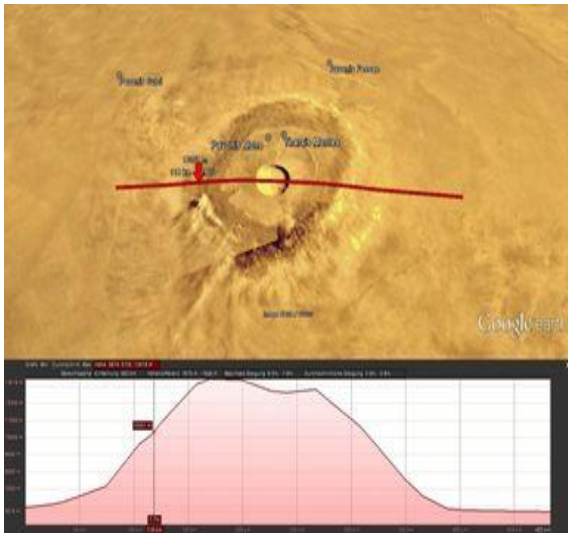


Abb. 2: Höhenprofil des Pavonis Mons – Durchmesser des Berges: ca. 300 km, Höhe über Umgebung: 7-8 km, Google Earth Screenshot © Google © NASA / USGS.

Marsvulkanen den Eindruck vor einem steilen und weit ausgedehnten Hügel zu stehen. Ein breiter Gipfel, wie er im Red Mars beschrieben wird, ist keinesfalls zu erkennen.

6.2. Evaluieren: Überprüfen der Reisedauer

Die Reiseroute des Raumschiffes auf seinem Weg zum Mars liegt auf einer Hohmann-Ellipse. Solche Ellipsen sind der effizienteste Weg, um zwischen den Planeten des Sonnensystems zu reisen. Robinson liefert neben diesen Informationen auch Angaben zur Position der Planeten zum Startzeitpunkt:

„They were travelling to Mars in a Type II **Hohmann Ellipse**, a slow but efficient course, chose from among other alternatives mainly because the two planets were in the correct position for it when the ship was finally ready, with **Mars about forty-five degrees ahead of Earth** in the plane of the ecliptic. During the voyage they would travel just over halfway around the sun, making their rendezvous with Mars **some three hundred days later.**”

Als relativ einfache Evaluationsaufgabe bietet sich an dieser Stelle die Überprüfung der Reisedauer an.

Wir gehen zunächst von einer idealen Hohmannbahn aus. Für diese gilt das 3. Keplersche Gesetz:

$$\frac{T^2}{T_{Erde}^2} = \frac{a^3}{a_{Erde}^3}$$

$$a = \frac{r_{Erde} + r_{Mars}}{2}$$

Aus Symmetriegründen muss gelten:

$$t_{Flug} = \frac{T}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\left(\frac{r_{Erde} + r_{Mars}}{2}\right)^3}{r_{Erde}^3} \cdot (T_{Erde}^2)}$$

Damit ergibt sich eine Flugzeit von etwa 258 Tagen. Im Vergleich mit der oben zitierten Textstelle aus

Red Mars ergibt sich eine recht gute Übereinstimmung mit der hier angestellten Rechnung.

Unbeachtet blieb bisher der Hinweis auf eine Typ II Hohmannbahn. Bei dieser liegt das Aphel der Ellipse etwas außerhalb der Bahn des Zielplaneten. Damit wird praktisch der Teil mit der niedrigsten Bahngeschwindigkeit abgeschnitten und die Reisedauer verkürzt sich – auf Kosten des Treibstoffbedarfs – signifikant.

6.3. Modellieren: Konstruktion des Mars-Raumschiffes „Ares“

Die Angaben in Red Mars zum Raumschiff der Protagonisten sind recht detailliert, wenngleich sie auf mehrere Textstellen verteilt sind.

„It looked like something made from a children’s toy set, in which cylinders were attached at their ends to create more complex shapes— in this case, **eight hexagons of connected cylinders, which they called toruses**, lined up and speared down the middle by a **central hub shaft, made of a cluster of five lines of cylinders**. The toruses were connected to the hub shaft by thin crawl spokes, and the resulting object looked somewhat like a piece of agricultural machinery, say the arm of a harvester combine, or a mobile sprinkler unit. Or like eight knobby doughnuts, Maya thought, toothpicked to a stick. Just the sort of thing a child would appreciate.”

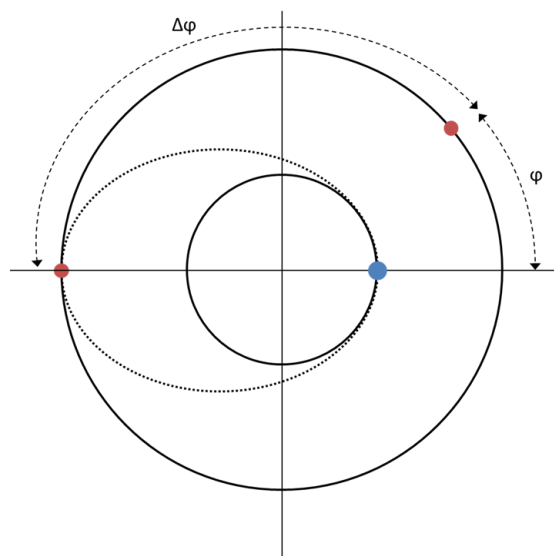


Abb. 3: Hohmann-Bahn zwischen Erde und Mars.

Die Abmessungen der einzelnen Raketentanks sind an anderer Stelle zu finden:

„The eight toruses had been made from American tanks, and the five bundled lengths of the central shaft were Russian. Both kinds of tanks were **about fifty meters long and ten meters in diameter.**”

Aus diesen Angaben lassen sich Form und Größe des Raumschiffes zuverlässig ableiten (vgl. **Abb. 4**). Lediglich die Querstreben zwischen mittlerem

Schaft und dem Torus werden im Buch nicht erwähnt.

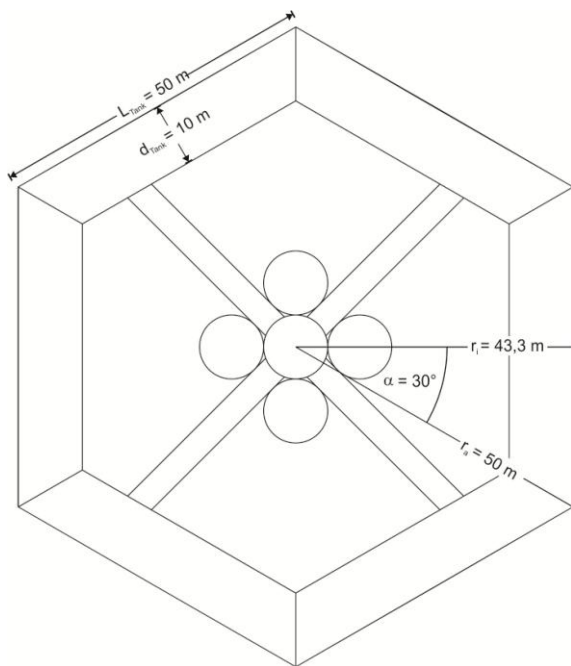


Abb. 4: Querschnitt des Raumschiffs „Ares“.

Während des Fluges zum Mars soll das Raumschiff durch Rotation um die eigene Achse künstliche Schwerkraft erzeugen:

„The Ares began to **spin**, stabilizing at **four rpm**. The colonists sank to the floors, and stood in a pseudogravity of **.38 g**, very close to what they would feel on Mars.“

Es beitet sich an dieser Stelle an, zunächst die Angaben zu evaluieren. Die künstliche Schwerkraft F_K ist gleich der Zentrifugalkraft F_Z . F_K soll dabei einen gewissen Bruchteil x der Erdschwerebeschleunigung g ($0,38 g$) entsprechen.

$$F_Z = F_K$$

$$m\omega^2 r = mxg$$

Aus der Rotationsgeschwindigkeit von 4 rpm erhält man die Kreisbahngeschwindigkeit ω :

$$\omega = \frac{4}{60} 2\pi \cdot \text{rad} \approx 42 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Damit lässt sich der notwendige Radius des Raumschiffes errechnen:

$$r = \frac{0,38g}{\omega^2} \approx 21,25 \text{ m.}$$

Dieses Ergebnis lässt sich verifizieren, indem der Durchmesser mit Hilfe der angegebenen Größen der Raketentanks berechnet wird. Die Grundform des Raumschiffes ist ein Sechseck. Damit ergibt sich für dessen Inkreis r_i :

$$r_i = L_{\text{Tank}} \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$r_i = 43,3 \text{ m}$$

Der große Unterschied der Ergebnisse weist auf einen Fehler im Buch hin. Anscheinend hat Robinson einen häufig anzutreffenden Flüchtigkeitsfehler begangen und bei seinen Berechnungen den Durchmesser mit dem Radius verwechselt.

Die Überprüfung der Angaben stellt bei dieser Aufgabe jedoch nur den ersten Schritt dar. Die sechseckige Grundform bringt einen großen Nachteil mit sich: Die künstliche Schwerkraft ist bei einer Bewegung durch den Torus, aufgrund der sich ändernden Entfernung vom Rotationszentrum der Raumschiffs, nicht überall gleich groß. Sie nimmt vielmehr zu, wenn man sich einer der Ecken des Schiffes nähert (um ca. 15% bei einem Radius von 43 m). Auch der Vektor der Kraft ändert sich dabei. Eine Person müsste sich nach hinten lehnen, als würde sie einen steilen Berg hinab gehen (der Winkel liegt bei max. 30°). Weiterhin würden sich lose Gegenstände mit der Zeit an den Ecken ansammeln.

Es stellt sich nun die Frage, die sich ein solches Problem vermeiden ließe. Eine Möglichkeit besteht im Einbau eines Zwischenbodens, der entlang des Inkreises des Sechsecks verläuft. Damit wäre ein stets gleicher Abstand vom Zentrum des Raumschiffes gesichert.

Allein das Raumschiff bietet darüber hinaus eine Vielzahl von weiteren Anlässen zur Modellierung: Nach einer Abschätzung der Masse könnte der Treibstoffbedarf ausgehend von heute verfügbaren Triebwerken berechnet werden. Auch Fragen nach technischen Aspekten wie dem optimalen Treibstoff (Masse vs. Volumen) schließen sich zwanglos an.

7. Schlussbemerkungen

Die präsentierten Aufgabenbeispiele mögen auf den ersten Blick ein Bild der Mars-Trilogie zeichnen, welches von Fehlern geprägt ist. Dies ist zunächst einem Auswahleffekt der Autoren des vorliegenden Beitrages zuzuschreiben.

Bei näherer Betrachtung der aufgezeigten Fehler zeigt sich zudem, dass es sich nicht um fundamentale Fehler in den physikalischen Grundlagen, sondern vielmehr um kleinere Ungereimtheiten oder leichte Rechenfehler handelt.

Den großen didaktischen Wert der Mars-Trilogie schmälern diese Fehler keinesfalls. Sie spornen vielmehr zu einer vertieften Auseinandersetzung mit dem Thema und der Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen an.

Weitere Aufgabenbeispiele zu verschiedenen Themen (Bahnmechanik, das Raumschiff, Google Mars, Strahlenbelastung, Terraforming) sind in Form einer Artikelserie in Vorbereitung (Einführungsartikel: [6]).

8. Literatur

- [1] Doherty, Ryan et al. (1998): Star Wars and Gravitational Constants. In: The Physics Teacher, Vol. 36, May 1998, S. 270-273
- [2] Robinson, Kim Stanley (1993): Red Mars, New York
- [3] The Encyclopedia of Science Fiction: http://www.sf-encyclopedia.com/entry/definitions_of_sf
- [4] Sykes, Peter: Top 100 Sci-Fi Books - A statistical survey of the all-time Top 100 sci-fi books: http://scifilists.sffjazz.com/lists_books_rank1.html
- [5] Fraknoi, Andrew: Science Fiction Stories with Good Astronomy & Physics: A Topical Index: <http://www.astrosociety.org/education/astronomy-resource-guides/science-fiction-stories-with-good-astronomy-physics-a-topical-index/>
- [6] Bernshausen, Henrik; Kraus, Simon (2014): Science-Fiction-Literatur im Astronomieunterricht. In: Astronomie und Raumfahrt im Unterricht, 51. Jg., Heft 2, S. 21-24