

40 Jahre Mondlandung. Vom Glauben und Wissen

Wie können Schüler kritisch und stichhaltig simplifizierenden „Verschwörungstheorien“, welche die Existenz der Mondlandung anzweifeln, begegnen?

Inga Gryl

Im Jahr 2009 wird der 40. Jahrestag der ersten Landung des Menschen auf dem Mond begangen. Dennoch genießen auch heute noch „Verschwörungstheorien“, die die Landung des Menschen auf dem Mond anzweifeln, eine gewisse Popularität. Die durch wissenschaftliche Argumentation gestützte Widerlegung der im Zuge dieses „Mondlüge“-Diskurses verwendeten, scheinbar einleuchtenden Behauptungen kann durch Experimente und Aufgaben für den Schüler anschaulich gemacht werden.

Übersicht der Bezüge im Wis!-Beitrag		
Physik	Mechanik, Optik	Bewegungsgesetze , optische Instrumente
Astronomie	Raumfahrt	Mondlandungen
Fächerverknüpfung	Astro-Geschichte Astro-Politik Astro-Philosophie	Kalter Krieg Symbolische Politik , Medienkritik Wissenschaft und Glaube



Fußspur auf dem Mond. <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/images/as11_40_5878.jpg>

Zielgruppe:	Mittelstufe
Fächer:	Physik, Astronomie, Fächerverknüpfung
Fachgebiete:	Mechanik, Optik, Raumfahrt, Astro-Geschichte, Astro-Politik, Astro-Philosophie
Themen:	Bewegungsgesetze, optische Instrumente, Mondlandungen, Kalter Krieg, Symbolische Politik, Medienkritik, Wissenschaft und Glaube

Inhalt

1 Einleitung	3
1.1 Der Kalte Krieg als ein Antriebsfaktor des Mondprogramms	3
1.2 Zweifel an der Mondlandung. Über „Verschwörungstheorien“	5
1.3 Lehr- und Lernziele	8
2 Übungen	8
2.1 Einleitung durch Zeitzeugenblick	9
2.2 Hinleiten zu den „Zweiflern“	10
2.3 Widerlegen der „Zweifler“ – Aufgabenstellungen.....	11
2.3.1 Teleskopproblem.....	11
2.3.2 Hochsprung	11
2.3.3 Schattenspiele.....	12
2.3.4 Lichtspiele	13
2.4 Weitere Recherchemöglichkeiten und Präsentation.....	14
3 Literatur.....	14

1 Einleitung

[zurück zum Anfang](#)

1.1 Der Kalte Krieg als ein Antriebsfaktor des Mondprogramms

Der Start des ersten Satelliten Sputnik durch die Sowjetunion im Jahre 1957 gilt als Auslöser des „Sputnikschocks“. Die Sowjetunion stellte sich der zweiten Supermacht, den USA, als technologisch mindestens ebenbürtig dar. Darüber hinaus spiegelte die zivile Nutzung starker Trägerraketen auch das mögliche militärische Potential hinter der Technologie und damit die potentielle Bedrohung für die USA wieder. Bestätigt wurde dieser Erfolg durch das erste Erreichen des Mondes durch die sowjetische Sonde Lunik 2 1959 sowie durch den ersten bemannten Raumflug mit dem Kosmonauten Juri Gagarin im Jahre 1961.

Die USA sah ihre Selbstwahrnehmung als – im damaligen Selbstverständnis allein bedingt durch Kapitalismus und Demokratie – technologisch erfolgreichste Nation erschüttert und ihre Machtstellung und nationale Sicherheit bedroht. Bei der Ursachensuche wurden Defizite im US-amerikanischen Bildungssystem ausgemacht und mit Reformen beantwortet, aber auch eine „Raketenlücke“ in der technologischen Entwicklung diagnostiziert, die durch vermehrte Entwicklungs- und Rüstungsanstrengungen geschlossen werden sollte.

Im Zuge dieser Vorgehensweise wurde die für das zivile Weltraumprogramm zuständige National Aeronautics and Space Administration (NASA) gegründet. Das Mercury-Programm sollte die Möglichkeiten der bemannten Raumfahrt ausloten. In diesem Rahmen gelangte nur kurz nach Gagarins Flug der erste Amerikaner, Alan Shepard – allerdings im Gegensatz zu Gagarin ohne Erdumrundung – ins All.

Das Apollo-Programm erhielt durch die Ankündigung des Präsidenten Kennedy 1961 „that this nation should commit itself to achieving the goal, before this decade is out, of landing a man on the moon and returning him safely to the earth“ eine sehr ehrgeizige Zielrichtung. Parallel zum Apollo-Programm, in welchem zunächst die Saturn-Trägerraketen entwickelt wurden, fanden im Rahmen des Gemini-Programms Rendezvous-Manöver von Raumschiffen statt. Bei einem nachträglich als Apollo 1 benannten Bodentest starben allerdings bei einem Brand drei Astronauten in der Kommandoeinheit an der Spitze der Rakete, was einem relativ schnellen Fortsetzen des Programms jedoch nicht im Wege stand.

Das sowjetische bemannte Mondlandeprogramm scheiterte an der Trägerrakete N1, die bei insgesamt vier Teststarts zwischen 1969 und 1972 versagte. Der Versuch eher als die Amerikaner Bodenproben vom Mond zu bringen, scheiterte ebenfalls durch den unkontrollierten Aufprall von Luna 15 auf dem Mond.

Auf Grund dieser Rückschläge gelangen sowohl die erste bemannte Mondlandung als auch alle weiteren bemannten Mondlandungen nur den USA. Am 21. Juli 1969 betrat Armstrong nach der Landung der Fähre „Eagle“ am 20. Juli im Rahmen der Apollo-11-Mission als erster Mensch den Mond. Zum kollektiven Gedächtnis zählt sein Ausspruch „That's one small step for [a] man, one giant leap for mankind“. Ihm folgte Aldrin, während Collins im Mutterschiff auf einer Umlaufbahn um den Mond verblieb.

Sechs weitere **Mondlandungen** folgten bis zu Apollo 17, in deren Verlauf zehn weitere US-Amerikaner den Mond betraten. Eine Landung im Rahmen der Mission Apollo 13 wurde durch die Explosion eines Sauerstofftanks im Schiff verhindert, jedoch überlebten die Astronauten. Kostengründe allerdings bewirkten bereits vor diesem Zwischenfall eine Streichung von mehreren geplanten Missionen und die Umwidmung der Kapazitäten für die Skylab- und Apollo-Sojus-Programme.

[1], [2]

Tab. 1: Übersicht über die Apollo-Missionen [2]

Jahr	Name	Astronauten	Inhalt
1964	SA-6		Unbemannter Testflug Saturn I
1966	AS-201		Unbemannter Test Saturn IB und Apolloraumschiff
	AS-203		Unbemannter Test Saturn IB
	AS-202		Unbemannter Test Saturn IB und Apolloraumschiff
1967	AS-204/ Apollo 1	Grissom, White, Chaffee	Bodentest; Tod der Besatzung durch Brand
	Apollo 4		Unbemannter Test Saturn V und Apolloraumschiff
1968	Apollo 5		Unbemannter Test Mondlandemodul in der Erdumlaufbahn
	Apollo 6		Unbemannter Test Saturn V
	Apollo 7	Schirra, Eisele, Cunningham	Flug Saturn IB in Erdumlaufbahn
	Apollo 8	Borman, Lovell, Anders	Flug Saturn V, Mondumrundung
1969	Apollo 9	McDivitt, Scott, Schweickart	Test Mondlandemodul in Erdumlaufbahn
	Apollo 10	Stafford, Young, Cernan	Test Mondlandemodul im Mondorbit und Näherung an Oberfläche
	Apollo 11	Armstrong, Aldrin, Collins	Mondlandung
	Apollo 12	Conrad, Gordon, Bean	Mondlandung, u.a. Besuch bei Sonde Surveyor 3
1970	Apollo 13	Lovell, Swigert, Haise	Wegen Explosion an Bord keine Mondlandung
1971	Apollo 14	Shepard, Roosa, Mitchell	Mondlandung
	Apollo 15	Scott, Irwin, Worden	Mondlandung, erstes Mondauto (Lunar Roving Vehicle)
1972	Apollo 16	Young, Mattingly, Duke	Mondlandung, Mondauto
	Apollo 17	Cernan, Evans, Schmitt	Mondlandung, Mondauto
	Apollo 18-20		Gestrichen

[zurück zum Anfang](#)

1.2 Zweifel an der Mondlandung. Über „Verschwörungstheorien“

Die politische Brisanz des Apollo-Projekts im Kalten Krieg lädt durchaus zum kritischen Hinterfragen ein. Neben gerechtfertigten Fragen über Sinn und Unsinn von prestigeträchtigen Technologiewettläufen oder über den Stellenwert des Forscherdrangs im Strategiekalkül der **symbolischen Politik** werden jedoch auch Äußerungen laut, in denen die Existenz einer Mondlandung rundweg angezweifelt wird [siehe Quellen unter 2.2]. In dieser Lesart sei die Mondlandung durch irdische Filmaufnahmen in Hollywoodstudios oder auf dem Area 51 und gegebenenfalls durch Funksprüche aus dem Erdorbit ersetzt worden. Andere wiederum bezweifeln nur die Echtheit der ersten Mondlandung(en).

Die Argumentation geht davon aus, dass die USA einen technologischen Sieg gegenüber der Sowjetunion erringen mussten. Hinzu kam die extrem kurze, in Kennedys Rede gesetzte Frist, welche exakt – „before this decade is out“ – eingehalten wurde. Des Weiteren, so wird angeführt, hätte man mit einer Mondlandung vom Vietnam-Krieg ablenken können. Diese Erklärungsmuster missachten allerdings, dass die Sowjetunion durchaus technisch in der Lage gewesen war die Mondlandung, u.a. durch Empfang und Ortung des Funkverkehrs mitzuverfolgen, und dass im Falle von Widersprüchen die Zweifel zuerst auf Seiten der Sowjetunion hätten laut werden müssen, welche sie politisch hätte nutzen können. Tatsächlich wurde die These von der fingierten Mondlandung erstmals durch den Amerikaner Kaysing im Jahre 1976 umfassend der Öffentlichkeit vorgelegt. Gegen die Vietnam-These spricht, dass die offene US-Intervention erst nach dem Start des Mondprogramms im Jahre 1965 (freilich nach bereits konfliktreichen Jahren) erfolgte.

Für jene Argumentationen ist der Begriff „Verschwörungstheorie“ gebräuchlich. Offenkundig ist dabei, dass der Begriff negativ konnotiert ist und dass er in anderen Zusammenhängen auch der Diskreditierung von berechtigten Zweifeln dienen kann. Andererseits wird die Zusammensetzung des Wortes dieser negativen Bedeutung nicht gerecht: „Verschwörung“ bezeichnet ein zielgerichtetes, konspiratives Zusammenwirken einer Gruppe von Personen, aber „Theorie“ im wissenschaftstheoretischen Sinne eine modellhafte Vorstellung, die über Hypothesenbildung und deren Falsifikation korrigierbar ist. Im Gegensatz zu einer wissenschaftlichen Theorie allerdings wird in einer „Verschwörungstheorie“ nicht wertneutral argumentiert, und keine objektive Überprüfung vorgenommen, sondern die selektive Wahrnehmung von unterstützenden Argumenten angeregt. „Verschwörungstheorien“ liefern damit in sich plausible Erklärungsmuster, die der Reduktion von Komplexität dienen. Zudem können sie das Gefühl geben einer nahezu elitären aufgeklärten Gemeinschaft anzugehören, die ihr „Wissen“ weiter geben müsse. Von einigen Autoren werden sie damit sogar in die Nähe von Religionen gestellt, da sie eher auf Glauben und ihrer internen Schlüssigkeit als auf objektiver Überprüfung beruhen. Sie können auch Transparenz dort schaffen, wo Informationen fehlen. Insbesondere die, abseits der medialen Präsentation von Errungenschaften, eher mangelnde Transparenz von technologischen Entwicklungen im **Kalten Krieg** dürfte „Verschwörungstheorien“ angeregt haben, da nach Whitson und Galinsky insbesondere in mit Kontrollverlust behafteten Situationen Menschen ordnende Strukturen suchen [3]. [4], [5]

Es gilt nun aber nicht Schülern generell jegliche Zweifel und Kritikfähigkeit an vorherrschenden Auffassungen zu nehmen. **Medienkritik**, kritisches Hinterfragen und reflektierte Meinungsbildung sind in der massenmedial geprägten Gesellschaft unverzichtbare Kompetenzen. Vermieden werden müssen aber argumentatorische Kurzschlüsse wie „Verschwörungstheorien“. Es kann allerdings nicht im Sinne der angestrebten Kompetenzen sein, wenn von vornherein durch den Lehrenden spezifische Argumentationsmuster als „Verschwörungstheorien“ vorgestellt werden. Der Schüler muss stattdessen selbst Schritt für

Schritt an geeigneten Beispielen mit entsprechendem Material durch Untersuchungen und Recherche simplifizierende Argumentationen enttarnen oder berechnete Zweifel erhärten lernen.

Der Diskurs um Zweifel an der Mondlandung, der hier wegen der selektiven Nutzung unterstützender Argumente als „Verschwörungstheorie“ zitiert werden soll, kann daher als Beispiel dienen, an dem Schüler ein Denken erlernen können, das kritisch gegenüber fremden, aber auch gegenüber eigenen Überzeugungen ist. Ein geeigneter Ansatzpunkt ist die kritische Untersuchung der durch die Zweifler angeführten „Beweise“. Die Überprüfung kann nicht stattfinden ohne fundiertes physikalisches und astronomisches Hintergrundwissen, welches auf diese Weise anwendungsbezogen vermittelt oder wiederholt werden kann. Im Folgenden sollen einige der „Beweise“ mit kurzer Erklärung und Widerlegung Erwähnung finden:

Tab. 2: Einige Argumente der „Verschwörungstheorie“ zur Mondlandung und deren Widerlegung. [6], [7]

	Verschwörungstheorie	Gegenargumente
Apollo 1	Astronauten mussten sterben, um sie am Reden zu hindern	wesentlich mehr Kritiker an der Sicherheit sowie mehr „Mitwisser“ als die drei Astronauten
Baupläne vernichtet	NASA hat die Baupläne vernichtet	Nur die Papierpläne konnten nicht gelagert werden, Baupläne existieren kostensparend auf Mikrofilm weiter
Blaue Fenster	Fenster der Landefähre eröffnen Blick auf blauen Hintergrund, also Erdatmosphäre	Vielschichtige Fenster streuen das Sonnenlicht, daher blauer Farbeindruck auch beim Landeanflug auf den Mond
Computertechnik	Computertechnik zu langsam für automatische Steuerung der Landefähre	Viele Kursberechnungen mit Großcomputern auf der Erde, Landefähre mit Autopilot und Handsteuerung
C-Stein	Stein mit „eingraviertem“ „C“	Schmutz, bei späteren Abzügen im Entwicklungsvorgang aufs Bild belichtet
Dritter Mann	Spiegelung zweier Astronauten im Visier des Astronauten Bean, obgleich nur zwei Mann zugleich auf Mond	Scherzhaft gemeinte Fotomontage des Autors Harland
Fadenkreuze	Fadenkreuze verschwinden hinter manchen Gegenständen	Überstrahlung durch helle Flächen, Qualitätsverlust durch Scans und Komprimierung
Fahne bewegt sich	Fahne bewegt sich im Wind des Filmstudios	Fahne hält dank Querstrebe und bewegt sich in Folge des Einschlagens des Fahnenmastes und der fehlenden Luftreibung weiter
Flammenstrahl des Antriebs beim Rückstart	Nicht sichtbar, also kein wirklicher Start	Kaum sichtbar, weil kein Luftsauerstoff zur Reaktion vorhanden
Fußabdrücke	Fußabdrücke zerfallen nicht, obgleich Mondstaub trocken	Durch gezackte Trümmerstücke (verhaken ineinander) und silikatische Kettenbildung stabile Fußabdrücke trotz Trockenheit
Kamera und	Film wäre in der Hitze in der Sonne	Kamera heizt sich nicht sofort bei

Temperatur	geschmolzen	Übertritt in Sonne auf Maximaltemperatur auf
Klebeband	Klebeband an relevanten Teilen für schnelle Reparaturen trotz extremer Temperaturen verwendet	vielfach erprobtes Spezialklebeband genutzt („Duct Tape“)
Krater unter Fähre fehlt	Kein Krater unter der Landefähre trotz Bremstriebwerke	Schub kurz vor Aufsetzen zu gering, aber Boden deutlich verfärbt
Luke zu klein	Ausstiegsluke der Landefähre zu klein, um Astronauten im Raumanzug hindurch zu lassen	Luke war klein, aber groß genug für diese am Boden vielfach getestete und trainierte Bewegung
Mondgestein	Mondgestein könnte per Sonde zur Erde geschafft werden	Größenordnungen widersprechen dem: die Sowjetunion brachte per Sonde nur wenige Gramm, während der Apollo-Missionen wurden hunderte Kilogramm zur Erde gebracht
Reifenspuren des „Mondautos“	Kaum Reifenspuren (im Vergleich zu den Fußspuren); rechteckige „Kurven“ in den Spuren, also fuhr das Mondauto nicht selbst, sondern wurde per Kran umgesetzt	Luftbereifung und größere Auflagefläche im Gegensatz zu scharfkantigen Stiefeln, daher schwache Spuren, durch separat steuerbare Achsen auch fast rechtwinkliges Abbiegen möglich
Schatten	Schatten fehlen, fallen in unterschiedliche Richtungen und sind verschieden lang; also Studioleuchten oder Fotomontage	Starke Unebenheiten des Mondbodens beeinflussen Schattenverlauf
Scheinwerfer spiegeln sich	Studioscheinwerfer spiegeln sich im Visier von Astronauten	Tatsächlich spiegeln sich von der Sonne angestrahlte Instrumente, die bei höherer Bildqualität identifizierbar werden
Spotlights	Helle Lichtflecke wie von Scheinwerfern auf Boden und Ausrüstung	Reflexionen von Ausrüstungsgegenständen mit hohem Reflexionsvermögen
Sprunghöhe	Sprunghöhe trotz geringerer Schwerkraft gering	Sprunghöhe auch abhängig von zusätzlicher Masse des Anzugs, Sprungkraft des Astronauten bei reduzierter Schwerkraft und nach anstrengendem Flug
Staub auf Landetellern	Kein Staub, der bei Landung aufgewirbelt würde, auf Landetellern der Füße der Fähre	Staub fliegt auf ballistischer Bahn vorwiegend nach außen weg
Sterne fehlen	Trotz fehlender Atmosphäre keine Sterne sichtbar	Kontraste zu hoch, um mit einer bestimmten Belichtung schwache Sterne und helle Mondoberfläche zugleich abzubilden
Strahlung	Strahlung des Van-Allen-Gürtels zu stark	Nur kurzzeitige Einwirkung der Strahlung, kein Sonnensturm
TV-Qualität	Übertragungsqualität schlecht, um Studioatmosphäre zu verbergen	Übertragung so schlecht, weil nur Teil der Übertragungsbandbreite für die Video-Botschaften genutzt werden sollte

1.3 Lehr- und Lernziele

Zusammengefasst, lassen sich folgende Lehr- und Lernziele für die unten stehende Übungs- und Unterrichtsideen ausmachen:

Fachkompetenz:

- Wissen über die gesellschaftlichen und politischen Hintergründe der Apollo-Missionen
- Wissen über einige Bedingungen auf dem Mond (Schwerkraft, Atmosphäre, Lichtverhältnisse etc.) sowie deren physikalische Hintergründe (Mechanik, Optik)
- Überblickswissen über ausgewählte technische Aspekte der Apollo-Missionen

Selbstkompetenz:

- Verständnis dafür entwickeln, dass simplifizierende Erklärungen mit innere Plausibilität durch Einbezug weiterer Informationen immer wieder falsifiziert werden können
- Bereitschaft einfache und endgültige Weltbilder aufzugeben und temporäre Verunsicherung und Komplexität zu akzeptieren
- Fähigkeit und Fertigkeit zum kritischen Hinterfragen scheinbar schlüssiger Tatsachen

Sozialkompetenz:

- Gruppenarbeit beim Bearbeiten der Aufgaben möglich
- Sachliche Argumentationsfähigkeit üben

Methodenkompetenz:

- Fähigkeit und Fertigkeit zum Erschließen von Texten (Lesekompetenz)
- Nachvollziehen einfacher Herleitungen und Durchführen von einfachen Berechnungen
- Selbstständiges Durchführen einfacher Experimente

Folgende Unterrichtsideen verknüpfen die Zielstellung physikalisches Wissen zu vermitteln, welches transferierbar auf andere Anwendungen sein soll, oder bekanntes physikalisches Wissen in neuen Kontexten zu präsentieren, welches die Fähigkeit und Fertigkeit zum Transfer anregt, mit dem Ziel des Erlernens eines wissenschaftlich fundierten, kritischen Denkens.

2 Übungen

Die folgenden Übungsideen sollen dem Schüler auf anschauliche Weise deutlich machen, dass manche „Verschwörungstheorien“ widerlegt werden können, wenn Überlegungen konkretisiert und ergänzt werden. Zugleich werden physikalische Eigenschaften des Mondes sowie grundlegende physikalische Gesetzmäßigkeiten gelernt und gefestigt. Neben dem praktischen Tun in den Experimenten kann auch der Aspekt „Verschwörungstheorie“ motivierend auf den Schüler wirken, da dieser Geheimnisse suggeriert, die es zu lüften gilt. An die Stelle dieser diffusen Geheimnisse tritt jedoch eine wissenschaftlich begründete, kritische Durchleuchtung der Problematik.

Zunächst soll durch die Zeitzeugenperspektive die Bedeutung der Mondlandung in ihrem historischen Kontext hervorgehoben werden. Anschließend wird durch Zitierung medialer Repräsentationen zu jenen Perspektiven übergeleitet, die Zweifel an der Existenz der Mondlandung zum Ausdruck bringen. Diese wiederum werden durch vier einfache Übungen überprüft. Folgende Methoden könnten für die Durchführung der Übungen geeignet sein:

- **Einzelarbeit sowie Partnerarbeit**, auch einzelner Übungen, und anschließendes Vergleichen im Klassenkontext im Lehrer-Schüler-Gespräch.
- **Lernzirkel**, in dem je eine Aufgabe an einer Station bearbeitet wird. Dieser kann geschlossen (Wechsel der Stationen nach festgelegter Zeit) oder offen (individueller Wechsel der Stationen) gestaltet sein. Da verschiedene Stationen gleichzeitig von verschiedenen Schülern bearbeitet werden, muss eventuell das Schattenexperiment (Schattenspiele) oder das Belichtungsexperiment (Lichtspiele) in einen anderen Raum verlegt werden, da für beide, außer, wenn das Belichtungsexperiment ausschließlich mit Lampen durchgeführt wird, sehr unterschiedliche Lichtbedingungen erforderlich sind. In Anbetracht der meist hohen Schülerzahlen in einer Klasse ist es sinnvoll, wenn alle Hilfsmittel an jeder Station mindestens doppelt vorliegen.
- **Gruppenpuzzle**, in dem je ein Viertel der Schüler sich mit je einer der Übungen beschäftigt (Stammgruppen) und anschließend je vier Schüler zusammen treffen, die jeweils unterschiedliche Aufgaben bearbeitet haben, und diese den anderen in der Gruppe vorführen und erläutern (Expertengruppen). Für die Raumsituation gilt dasselbe wie beim Lernzirkel.

2.1 Einleitung durch Zeitzeugenblick

Eingeleitet wird durch den Zeitzeugenblick. Dieser kann auf verschiedene Weise nachvollzogen werden:

Interviews	Die Schüler führen als Hausaufgabe kurze Interviews mit Familienmitgliedern, die die erste Mondlandung 1969 in den Medien verfolgt haben. Diese Interviews folgen dem Stil eines problemzentrierten Interviews mit narrativen Phasen des Interviewten, das heißt, Phasen, in denen er frei erzählend über das Erlebte und seine Eindrücke berichtet. Dafür sollte im Unterricht zuvor ein Interviewleitfaden erarbeitet werden. Das Interview als eine grundlegende Methode des wissenschaftlichen Arbeitens könnte so geübt werden. Zu den Interviews sollten Gedächtnisprotokolle angefertigt werden.
Medien	Im Unterricht wird eine kurze Filmdokumentation über die Mondlandung vorgeführt. Ideal sind natürlich Sequenzen, die Originalkommentare der live-Berichterstattung enthalten.
Text	Der stark gekürzte Text von Harro Zimmer gibt ebenfalls einen Einblick in die Ereignisse. Hierbei wird zudem die Lesekompetenz geübt. Für diese Variante liegt diesem Beitrag ein Arbeitsblatt bei:

→ **Material: Arbeitsblatt: Gekürzter Text von Harro Zimmer mit Aufgabenstellungen (pdf)**

Um an Wissen aus dem Gesellschaftskunde-/Politik-/Sozialkundeunterricht oder dem Geschichtsunterricht anzuknüpfen, empfiehlt es sich durch Fragestellungen wie die auf dem oben genannten Arbeitsblatt diese Verbindung anzuregen.

2.2 Hinleiten zu den „Zweiflern“

Schilderungen von Zeitzeugen des medial inszenierten Ereignisses werden nun kontrastiert durch Darstellungen von „Zweiflern“. Diese Perspektive soll explizit nicht mit dem Begriff der „Verschwörungstheorie“ eingeführt werden – zum einen wegen der Unschärfe des Begriffs (Stichwort „Theorie“, siehe 1.2), aber vor allem wegen der negativen Konnotation. Wenn Zweifel von vornherein als ungerechtfertigt abgetan werden, macht sich deren wissenschaftliche Widerlegung scheinbar überflüssig und damit unglaubwürdig. Es ist wichtig, die Ernsthaftigkeit der Widerlegungsversuche deutlich zu machen und dazu müssen Argumente, auch wenn der Lehrer sie als wissenschaftlich klar widerlegt erkennt, gewissenhaft überprüft werden.

Eine Liste medialer Zitate kann auf die Perspektive der „Zweifler“ einleiten:

→ **Material: Folie: Zitate der „Zweifler“ an der Existenz der bemannten Mondlandung (pdf)**

Unter folgenden Internetadressen (sowie auf zahlreichen weiteren privaten Homepages) finden sich weitere Darstellungen:

<http://www.gernot-geise.de/apollo/apollo.html>

<http://www.geschichteinchronologie.ch/atmosphaerenfahrt-index.html>

<http://www.baerfacts.de/2007/01/25/die-mondluege-fakt-oder-fiktion/>

<http://www.esoturio.com/de/wahrheit/mondlandung.php>

(Hinweis zu den Links: Bei diesen Seiten handelt es sich explizit um solche, die die These der „Mondlüge“ vertreten, das heißt, die bemannte Mondlandung mit hoher Sicherheit als Fälschung enttarnt haben wollen. Einige verbreiten darüber hinaus weitere „Verschwörungstheorien“, die nicht selten eine Umschreibung der Weltgeschichte für sich beanspruchen. Die Veröffentlichung dieser Links in diesem Rahmen ist daher nur vor dem Hintergrund der didaktisch-aufklärerischen Verwendung der Inhalte der Seiten, die wahlweise stark suggestiv oder mit drastischer Wortwahl arbeiten, zu legitimieren. Die Inhalte werden nicht von der Autorin oder von WiS! vertreten.)

Folgende Literatur verfolgt diese Perspektive:

BENNETT, M. & D. S. PERCY (1999): Dark Moon. Apollo and the Whistle-blowers. Aulis Publishers.

GEISE, G. (2003): Die Schatten von Apollo. Hintergründe der gefälschten Mondlandungen. Peiting: Michaels.

GEISE, G. (2002): Die dunkle Seite von Apollo. Wer flog wirklich zum Mond? Peiting: Michaels.

KAYSING, B. (1976): We never went to the moon. America's Thirty Billion Dollar Swindle. Health Research Books. (<http://books.google.de/books?id=N1Gcfj81T4C>)

Folgende Filmbeiträge können genannt werden:

Die Akte Apollo. Ein Film von Willy Brunner und Gerhard Wisnewski.

Conspiracy Theory. Did We Land on the Moon?

2.3 Widerlegen der „Zweifler“ – Aufgabenstellungen

2.3.1 Teleskopproblem

[zurück zum Anfang](#)

„Wenn Menschen auf dem Mond gelandet wären, müssten wir die Überreste der Landefähre oder andere Gerätschaften wie das Mondauto mit Teleskopen detektieren können. Solche Bilder sind aber nicht bekannt.“

Diese Aufgabe ermöglicht das Auflösungsvermögen eines Teleskops mit Hilfe einer vereinfachten Näherungsformel zu berechnen, wobei auf die Verwendung der richtigen Einheiten geachtet werden muss. Dabei kann festgestellt werden, dass auch größere Objekte, wie die Basis der Landefähre selbst, bisher auch nicht mit dem Hubble-Space-Telescope (HST) detektierbar sind. Die Auflösung des HST errechnet sich zu 0,5 Bogensekunden. Mit der auf Grund des kleinen α vereinfachten Formel

$$\tan \alpha = \frac{a}{b}$$

erscheint die Landefähre unter einem Winkel von 0,005 Bogensekunden. Objekte müssten mindestens einen Durchmesser von rund 930 Metern haben, damit das HST sie auflösen kann. (Allerdings ist hier hinzuzufügen, dass bei Verwendung genauerer Rechenmethoden die Auflösung besser ist, allerdings immer noch nicht ausreichend für eine Detektierung der Landefähre.)

Hoffnungen können allerdings auf das Very Large Telescope der ESO mit der Möglichkeit des Zusammenschaltens von mindestens vier Teleskopen zum Very Large Telescope Interferometer gesetzt werden. Dieses soll in Zukunft auch bildgebende Aufnahmen ermöglichen. Ebenfalls in Planung ist der Lunar Reconnaissance Orbiter der NASA, dessen Kamera im Mondorbit unter anderem auch die Landestellen der Mondmissionen fotografieren könnte.

→ **Material: Arbeitsblatt: Teleskopproblem (pdf)**

2.3.2 Hochsprung

[zurück zum Anfang](#)

„Wenn die Schwerebeschleunigung auf dem Mond ein Sechstel der Erdbeschleunigung misst, beträgt das Gewicht des Astronauten nur ein Sechstel seines Gewichts auf der Erde. Daher müsste er auch viel höher als auf der Erde springen können. Die Videoaufzeichnungen der Mondlandungen zeigen aber Sprünge von einer Höhe, die auch in einem Filmstudio auf der Erde hätte erreicht werden können.“

Diese Aufgabe ermöglicht es vereinfacht zu belegen, dass die Sprunghöhen in den Videoaufzeichnungen realistische Werte für die Bedingungen auf dem Mond zeigen, da in Folge des Raumfluges und der damit einhergehenden Belastungen für den Körper eine geringere Sprungkraft als die irdische angenommen und die Masse des Raumanzuges einkalkuliert werden muss. Zudem ist die Beweglichkeit im Raumanzug eingeschränkt, so dass die Beschleunigung für den Sprung kürzer ausfällt – der Astronaut geht weniger stark in die Hockstellung und die steifen Stiefel verhindern Abdrücken aus dem Fußgelenk. Hinzu kommt, dass Sicherheitsbedenken – denn eine Beschädigung des Anzugs und insbesondere der Lebenserhaltungssysteme bei Sturz wäre missions- und lebensgefährdend gewesen – die Astronauten am Einsatz ihrer gesamten Sprungkraft gehindert haben dürften.

Daher ist die berechnete Sprunghöhe von ca. 1,8 m für den exemplarischen Astronauten in der Aufgabe zu hoch. Die Sprungkraft F muss demnach ebenso reduziert werden wie der Beschleunigungsweg h_a .

Die Herleitung auf dem Arbeitsblatt kann durch den Lehrer ergänzt oder gekürzt werden, je nachdem, wie groß das Vorwissen der Schüler ist und inwieweit sie in der Lage sind diese Informationen durch Transfer für das Problem nutzbar zu machen.

Der Rechenweg wurde angelehnt an folgende Quellen und kann unter diesen noch ausführlicher nachvollzogen werden:

<http://www.wissenschaft-technik-ethik.de/moonjump.html>; [8]

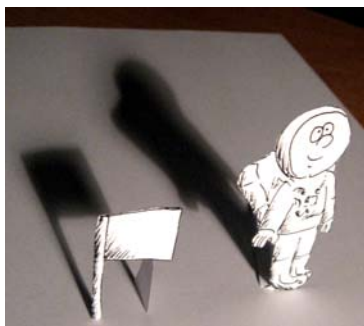
→ **Material: Arbeitsblatt: Hochsprung (pdf)**

2.3.3 Schattenspiele

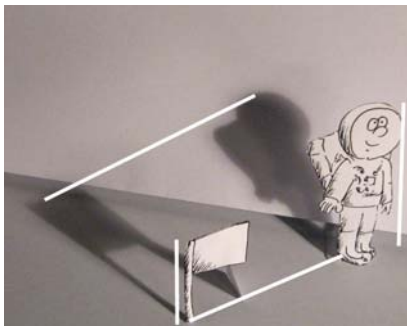
„Auf vielen Bildern ist der Schattenfall mehrerer Objekte derart unterschiedlich (z.B. Schattenfall in verschiedene Richtungen, Schattenlänge nicht proportional zur Größe der Gegenstände), dass angenommen werden muss, dass mehrere Lichtquellen verwendet wurden oder dass die Objekte zu einem Gesamtbild montiert wurden. Dies spricht gegen die Authentizität der Mondlandungsbilder.“

Diese Aufgabe soll im Experiment spielerisch die obigen Argumente widerlegen. Wie aus der einfachen Strahlenoptik bekannt, erzeugen zwei Lichtquellen Mehrfachschatten, was an Hand einer einfachen geometrischen Konstruktion nachvollzogen werden soll.

Hinter den durch eine Lampe angestrahlten, aus Papier ausgeschnittene Figuren werden, den unregelmäßigen Mondboden symbolisierend, Bögen aus Papier in verschiedener Neigung gehalten, so dass Schattenlänge und Richtung beeinflusst werden.



Glatter Mondboden
(inklusive Andeutung
perspektivischer Fluchtpunkt)



Mondboden geneigt. Schatten
beider Objekte scheinen gleich
lang



Mondboden geneigt. Schatten
in verschiedenen „Richtungen“

Das Aufstellen der einfachen Gleichung

$$l = \frac{h}{\cos \alpha}$$

zur Ermittlung der Schattenlänge l (auf dem Boden) bei frontaler Beleuchtung in Abhängigkeit von der Neigung α des Untergrundes zur Senkrechten und der Höhe des Objekts h unterlegt das Experiment mathematisch.

→ **Material: Arbeitsblatt: Schattenspiele (mit „Bastelbogen“) (pdf)**

2.3.4 Lichtspiele

„Auf manchen Bildern verschwinden die Fadenkreuze der Kamera hinter den Objekten. Hier wurde also retuschiert, was der Glaubwürdigkeit der Fotos abträglich ist.“

Unter diesem Link (bei Nutzung der Suchmaske) sind zahlreiche derartige Bilder der Mondlandung zu finden:

<http://grin.hq.nasa.gov/>

Diese Unterrichtsidee verlangt einen gewissen Einsatz von Technik, aber durch Weglassen oder Modifikation einzelner auf dem Arbeitsblatt genannter Teile kann der Aufwand reduziert werden. Insgesamt ist diese Aufgabe bezüglich des zu erwerbenden Wissens eher technisch und anwendungsbezogen ausgerichtet.

Sofern ein Computer im Klassenraum mit einem geeigneten Fotobearbeitungsprogramm zur Komprimierung von Bildern zur Verfügung steht, kann der auf dem Arbeitsblatt beschriebene Effekt des Verschwindens der Fadenkreuze durch Qualitätsreduktion vorgeführt oder durch den Schüler nachvollzogen werden.

→ **Material: Bilddatei: Ausschnitt aus Nasa-Bild AS11-40-5948 (jpg)**

(<<http://grin.hq.nasa.gov/ABSTRACTS/GPN-2000-001102.html>>)

Da bereits bei kleinen Digitalkameras Belichtungszeit und Blende manuell eingestellt werden können, sind hiermit lange und kurze Belichtungen möglich. (Es genügt im Schülerexperiment die Variation der Belichtungszeit, wobei sich die Verwendung eines Stativs oder einer stabilen Unterlage zur Auflage der Kamera empfiehlt.) Lange Belichtungszeiten können das Überstrahlen von Bildbereichen durch helle Flächen oder durch Lichtquellen verdeutlichen, so dass Details wie Fadenkreuze verloren gehen müssen.



1/320 Sekunden 1/8 Sekunden 0,3 Sekunden 0,8 Sekunden 1,6 Sekunden
Belichtungsreihe einer Schreibtischlampe mit davor hängendem Stift; ohne Weißabgleich.

Eine Alltagsbeobachtung, die als beiläufige Hausaufgabe gelten kann, widmet sich schließlich dem Thema der fehlenden Sterne auf den Fotos. Unter einer Straßenlaterne (Äquivalent zur hellen Mondoberfläche) sind schwache Sterne sogar mit dem Auge nicht mehr sichtbar.

→ **Material: Arbeitsblatt: Lichtspiele (pdf)**

2.4 Weitere Recherchemöglichkeiten und Präsentation

Nach Vergleich dieser exemplarischen Übungen können bei Bedarf per Internet im Computerpool weitere vermeintliche Widersprüche geklärt (bzw. gefunden und geklärt) werden. Zur Recherche eignen sich folgende Seiten mit verständlichen Erklärungen, welche insbesondere zahlreiche Argumente der „Zweifler“ widerlegen, wobei englischsprachige Seiten die Fremdsprachenkompetenz fördern:

<http://www.mondlandung.pcdl.de/>

(geht insbesondere kritisch auf die Argumente des oben genannten Autors Geise ein.)

<http://www.apollo-projekt.de/>

<http://www.badastronomy.com/bad/tv/iangoddard/moon01.htm>

<http://www.clavius.org/index.html>

<http://www.scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2008/12/die-mondlandungsluge.php>

http://www.wissenschaft-technik-ethik.de/vortrag_apollo-schwindel.html

Die Ergebnisse der Aufgaben und dieser Recherche können, wenn genügend Zeit vorhanden ist, zusammengetragen werden zu einer:

- „**Jubiläumswandzeitung**“ → Zeitsparend unter direkter Verwendung einzelner Arbeitsblätter, ergänzt durch eigene kurze Einführungstexte, Kurzfassungen der recherchierten Informationen sowie fremde Bilder und eigene Fotos (etwa von den Experimenten).
- „**Jubiläumszeitung**“ → Diese Variante ist bei Nutzung der Unterrichtszeit allein mit einem höheren Aufwand verbunden. Denkbar wäre die Erstellung in Projektphasen oder, in geringem Umfang, als bewertete Hausarbeit mit konkreter Arbeitsteilung.
- „**Jubiläumsausstellung**“ → Diese Variante böte die Möglichkeit etwa das Schattenexperiment als Hands-on-Objekt auszustellen, birgt andererseits das Problem der geeigneten Räumlichkeiten.

Auch eine kleinere **Umfrage** im Familien-, Freundes- und Bekanntenkreis bezüglich der Frage, inwieweit der Glaube an eine Verschwörung bezüglich der Mondlandung vorhanden ist und deren vereinfachte statistische Auswertung kann Ansatzpunkte für die Schüler liefern ihr Wissen fundiert zu erweitern und an andere zu vermitteln und ist zugleich ein weiteres methodisches Training in wissenschaftlichen Arbeitstechniken.

3 Literatur

- [1] HEPPENHEIMER, T. A. (1997): Countdown. A History of Space Flight. New York: Wiley.
- [2] SMITHSONIAN MUSEUM (o.J.): The Apollo Program. <<http://www.nasm.si.edu/collections/imagery/apollo/apollo.htm>>.
- [3] WHITSON, J. & A. GALINSKY (2008): Lacking Control Increases Illusory Pattern Perception. In: Science 322, 115-117.
- [4] GRÜTER, T. (2006): Die Psychologie der Konspiration. In: Spiegel-Online 01.12.2006.
- [5] SONNTAG, R (2007): Verschwörungstheorien. Zur Variabilität eines aktuellen Phänomens. München: Grin.
- [6] REXIN, U. (2002): Mondlandungs(f)lüge. <<http://www.mondlandung.pcdl.de/index.htm>>.
- [7] LIPINSKI, M. (2001): Apollo-Projekt. <www.apollo-projekt.de>.
- [8] THALLER, S. (2003): Hochsprung auf dem Mond. In: Physik in unserer Zeit 34, 2, 87-89.