

## China unterwegs zum Mond

In Bezug auf die Meldung „Landung auf der Rückseite des Mondes“ in der Zeitschrift »Sterne und Weltraum« 3/2019, S. 12, WIS-ID: 1421022, Zielgruppe: Unterstufe - Mittelstufe

Dirk Brockmann-Behnsen

In diesem Beitrag geht es um das chinesische Mondforschungsprogramm, das mit der Landung des Rovers Chang'e-4 auf der Mondrückseite seinen vorläufigen Höhepunkt gefunden hat. Es werden Bastelanleitungen zu diesem Thema vorgestellt.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Raumfahrt	Mond-Rover, <a href="#">jüngere Geschichte der chinesischen Raumfahrt zum Mond</a>
Mathematik	Geometrie	Körper und Formen, <a href="#">Körpernetze von Quadern</a>
Fächer- verknüpfung	Astronomie-Technik	Rover auf anderen Himmelskörpern des Sonnensystems, <a href="#">Rocker-Bogie-Fahrwerk</a>
Lehre Allgemein	Kompetenzen (Wissen und Erkenntnis), Unterrichtsmittel	Psychomotorische Kompetenz, Modellbau, <a href="#">Bastelbogen</a>

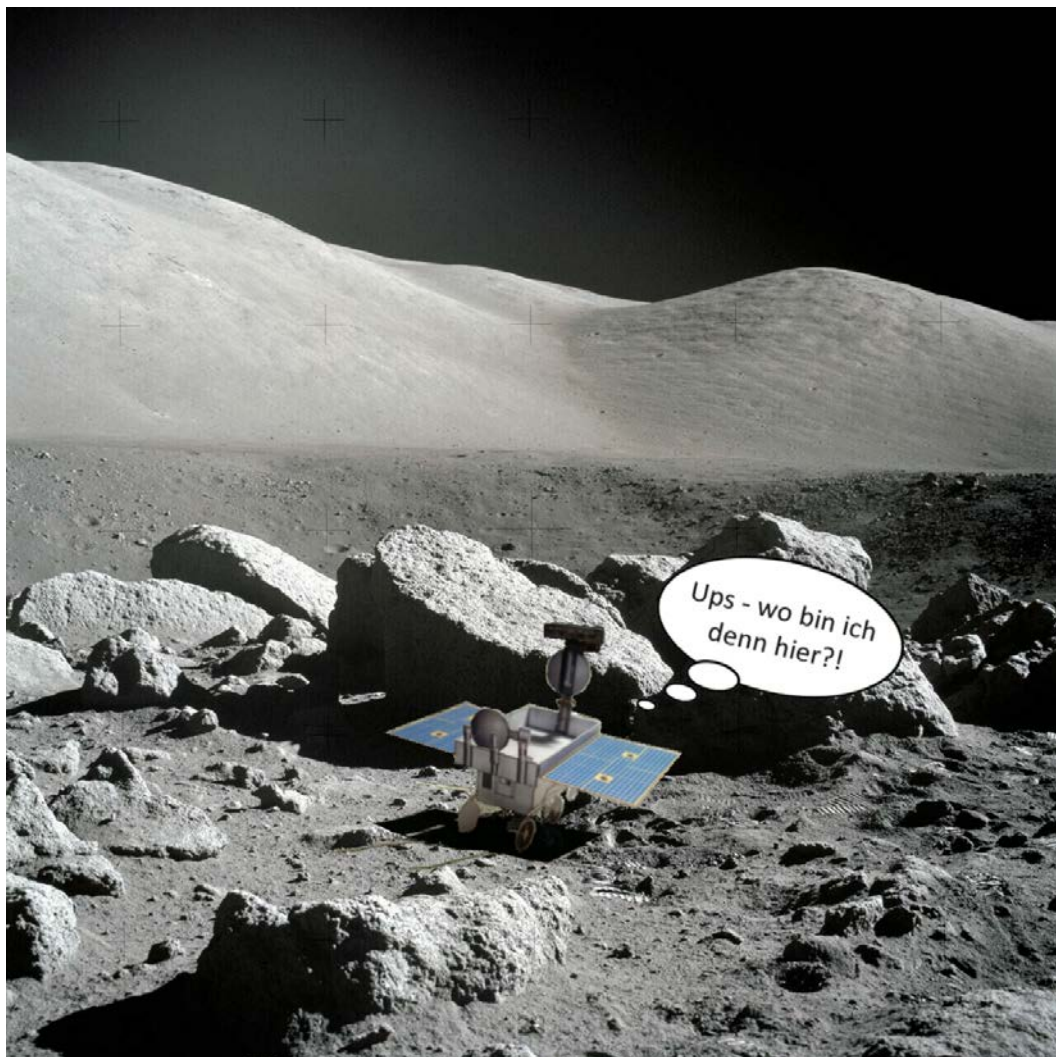


Abbildung 1: Humorvolle Darstellung von Chang'e 4 im Taurus-Littrow-Gebirge auf dem Mond.  
Hintergrundbild: © NASA AS17-145-22183

## 1. Chinesische Weltraumfahrt

Die chinesische Weltraumfahrt hat eine lange Tradition. Schon vor über 2000 Jahren soll in China mit Raketen experimentiert worden sein. Seit sich China in den 1960er Jahren unter Mao Zedong von der UdSSR zunehmend distanzierte, ging das Land auch in der Raumfahrt eigene Wege. Unter anderem wurde die Trägerrakete *Chang Zheng* („Langer Marsch“) entwickelt.

Am 15. 10. 2003 schickte China mit Yang Liwei erstmals einen Menschen ins All. Chinesische Weltraumfahrer werden *Taikonauten* genannt. Liweis Raumschiff hieß *Shenzhou 5*.

Von 2011 bis 2016 unterhielt China die Raumstation *Tiangong 1*, auf der zwei dreiköpfige Besatzungen untergebracht waren, darunter jeweils eine Taikonautin.

Das chinesische Mondprogramm (*Chinese Lunar Exploration Program – CLEP*) startete 2007 mit dem Start der Mondsonde *Chang’e 1*. Das Programm besteht aus drei unbemannten Phasen. Ziel der ersten ist es, mit Sonden eine lunare Umlaufbahn zu erreichen, das Ziel der zweiten Phase besteht in einer weichen Landung auf dem Erdtrabanten, im Zuge der dritten Phase soll schließlich Mondgestein zur Erde gebracht werden. Die ersten beiden Phasen wurden bislang im Wesentlichen erfolgreich absolviert.

Nach Abschluss der drei unbemannten Phasen sollen dann ab dem Jahr 2024 bemannte Flüge zum Mond und der Aufbau einer bemannten Mondstation erfolgen. Der folgende Abschnitt 2 dieses Artikels gibt einen Überblick über das chinesische Mondforschungsprogramm.

## 2. Chinas Weg zum Mond

	Mission	Zeitplan	Zielstellung
Phase 1: Mondorbit	Chang’e 1	24. 10. 2007 Start 05. 11. 2007 Mondumlaufbahn 01. 03. 2007 Aufschlag	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test von Technologien für künftige Missionen</li> <li>• Untersuchung von Mondgestein</li> <li>• Untersuchung des Sonnenwindes</li> </ul>
	Chang’e 2	01. 10. 2010 Start 06. 10. 2010 Mondumlaufbahn 09. 06. 2011 Lagrangepunkt 2 13. 12. 2012 Asteroid (4179) Toutatis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung der Landeregion von Chang’e 3</li> <li>• Untersuchung der solaren Teilchenstrahlung</li> <li>• Laser-Höhenmessung</li> <li>• Spektrometrie (optisch, Röntgen, Gamma)</li> <li>• Mikrowellenradiometrie</li> </ul>
Phase 2: Mondlandung	Chang’e 3	01. 12. 2013 Start 06. 12. 2013 Mondumlaufbahn 14. 12. 2013 Mondlandung Mondrover Yutu 03. 08. 2016 Ausfall des Rovers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektrale Untersuchung der Mondoberfläche</li> <li>• Tiefenuntersuchung der Mondoberfläche mittels Radar</li> <li>• Untersuchung verschiedener Orte auf dem Mond (114 m Wegstrecke von Yutu)</li> </ul>
	Chang’e 4	07. 12. 2018 Start 12. 12. 2018 Mondumlaufbahn 03. 01. 2019 Mondlandung ... ..	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturmessung der Mondoberfläche</li> <li>• Untersuchung des Mondgesteins</li> <li>• Untersuchung der kosmischen Strahlung</li> <li>• Beobachtung der Sonnenkorona</li> </ul>
Phase 3: Mondgestein	Chang’e 5 -T1	23. 10. 2014 Start 27. 10. 2014 Mondvorbeiflug 31. 10. 2014 Landung in der Mongolei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test des Wiedereintritts in die Erdatmosphäre</li> <li>• Radiosignal zur Ortung durch Funkamateure</li> <li>• Dosimeter zur Messung der Strahlungsstärke</li> </ul>
	Chang’e 5	xx. 12. 2019 Start	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammeln von ca. 2 kg Mondgestein aus ca. 2 m Tiefe</li> <li>• Suche nach Helium 3</li> </ul>
	Chang’e 6	xx. xx. 2020 Start	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sammeln von ca. 2 kg Mondgestein aus ca. 2 m Tiefe</li> <li>• Suche nach Helium 3</li> </ul>
P4		xx. xx. 2024 Start	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bemannte Mondlandung</li> <li>• Errichten einer Mondstation</li> </ul>

[zurück zum Anfang](#)

### 3. Bastelanleitung für das Modell des chinesischen Mondrovers Chang'e 4

(siehe dazu auch zu den Abbildungen zur Bastelanleitung auf der Folgeseite, Bastelbogen hängt an)

Schulcurricula für die Sekundarstufe 1 fordern die Behandlung von Quadern im Mathematikunterricht. Das niedersächsische Kerncurriculum<sup>1</sup> konkretisiert diese Forderung beispielsweise in folgender Weise: „**[Schülerinnen und Schüler] zeichnen Schrägbilder von Quadern, entwerfen Netze und stellen Modelle her**“. In diesem Sinne ist der Bau des hier vorgestellten Modells curriculumvalid.

Zunächst muss der Bastelbogen „Chang E 4.pdf“ ausgedruckt werden (Abb. 2). Dabei empfiehlt sich Karton von 160 g/cm<sup>2</sup>. Die Bauteile können in der Reihenfolge der Nummerierung gebaut werden. Daher beginnen wir mit Teil 1, dem Chassis des Rovers. Dieser besteht aus dem Netz eines einfachen Quaders (vgl. Abb. 3).

Nun werden die Teile 2 und 3 gebaut. Diese beiden Teile bilden den Antennenträger, der sich oberhalb des Chassis befindet. Beide Teile werden ineinander geklebt und erst dann auf Teil 1 befestigt. Die Ränder von Teil 2 werden nach außen gefaltet, die Ränder von Teil 3 nach innen (vgl. Abb. 4). Es ist darauf zu achten, die beiden Teile richtig herum ineinander zu kleben: Die Vorderseite des Rovers wird durch die chinesische Flagge auf Teil 2 und die Klebelasche für Teil 4a auf Teil 3 angezeigt.

Nun wird Teil 2/3 auf Teil 1 befestigt. Auch hier ist die richtige Ausrichtung wichtig. Abbildung 5 zeigt die richtige Ausrichtung.

Als nächstes wird mit Teil 4a/b die Telemetrie-Antenne gefertigt. Dazu werden die Teile 4a und 4b Rücken an Rücken geklebt und dann mit der Klebelasche an Teil 3 befestigt (Abb. 6).

Nun wird mit den Teilen 5a und 5b das Rocker-Bogie-Fahrwerk ausgeschnitten, aber noch nicht am Chassis befestigt. Dies wird aufgrund der filigranen Konstruktion des Fahrwerks erst am Schluss geschehen.

Die Teile 6a und 6b bilden die Solar-Paneele des Rovers. Abbildung 7 zeigt die Faltkonstruktion dieser Teile, Abbildung 8 deren Montage am Antennenträger (Teil 2).

Teil 7 repräsentiert schließlich den experimentellen Aufbau des Rovers. Das Teil wird Rücken an Rücken verklebt und dann an der entsprechenden Stelle auf Teil 2 befestigt (Abb. 8).

Schließlich wird das Rocker-Bogie-Fahrwerk an den entsprechenden Seiten von Teil 1 befestigt (vgl. Abb. 1).

---

<sup>1</sup> **MK Niedersachsen (2015)**. *Kerncurriculum für das Gymnasium. Schuljahrgänge 5 – 10. Mathematik*. Hannover: Niedersächsisches Kultusministerium, S. 20



### Abbildungen zur Bastelanleitung

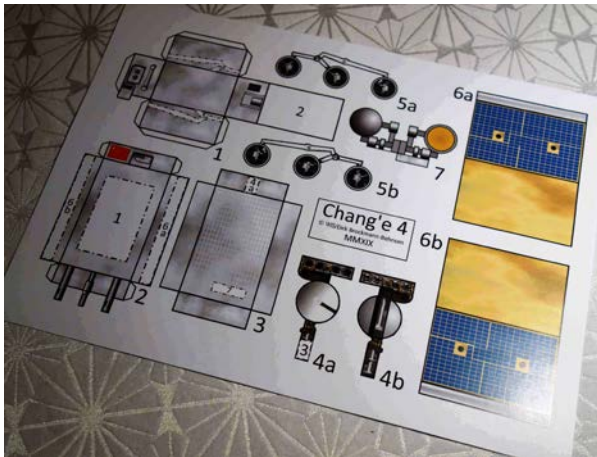


Abbildung 2

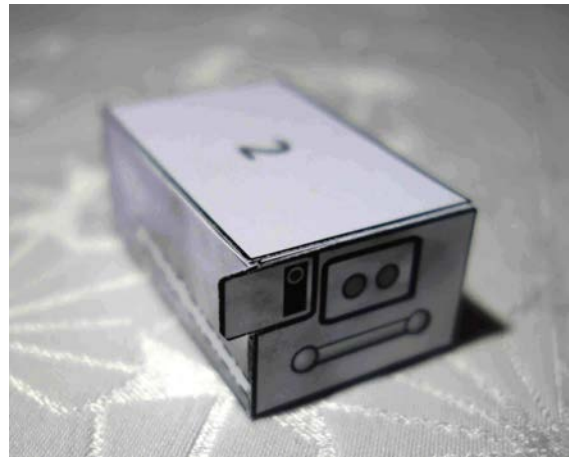


Abbildung 3

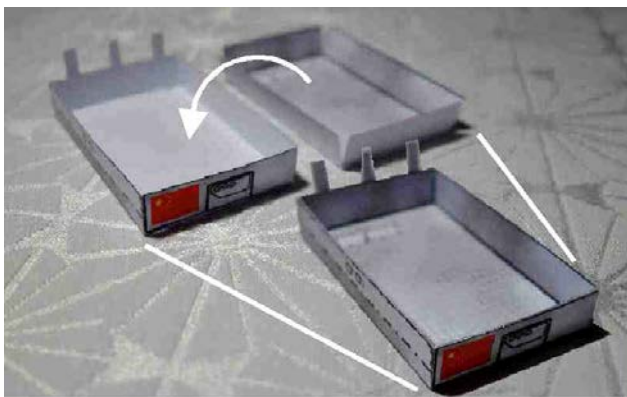


Abbildung 4

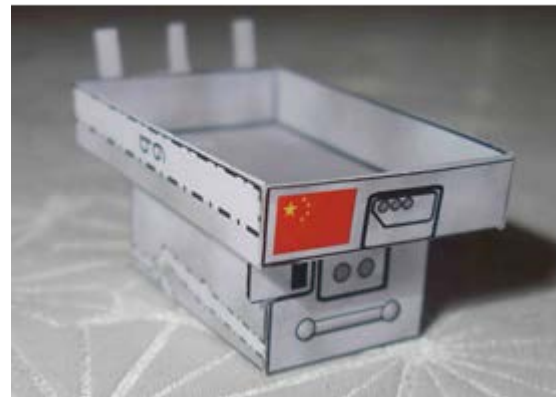


Abbildung 5

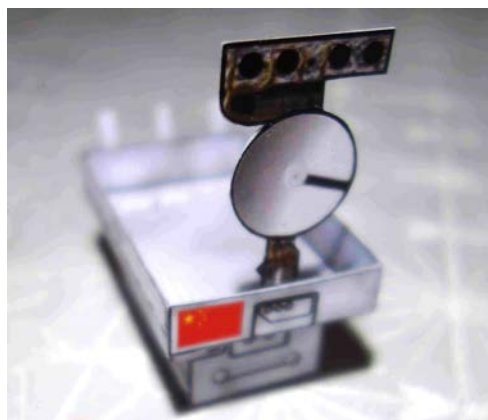


Abbildung 6

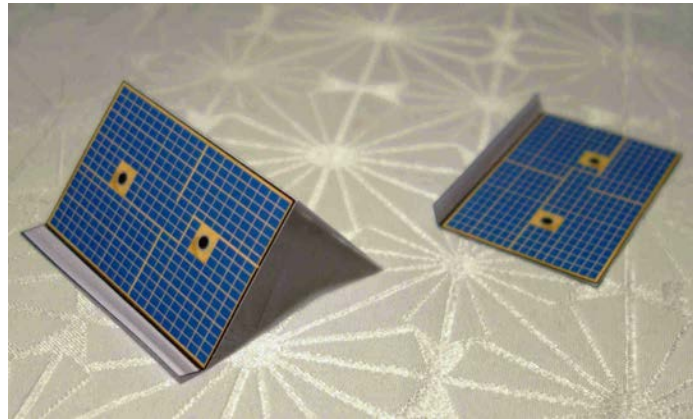


Abbildung 7

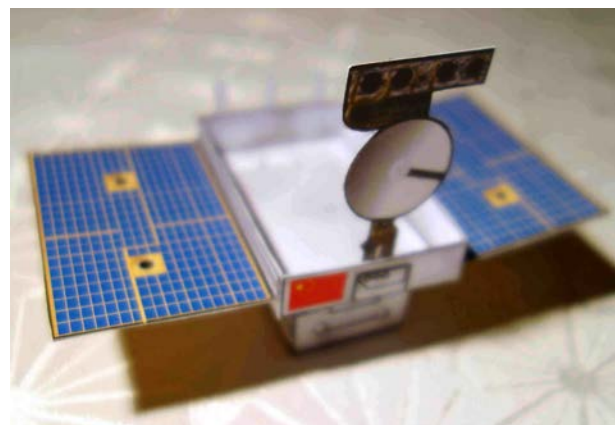


Abbildung 8

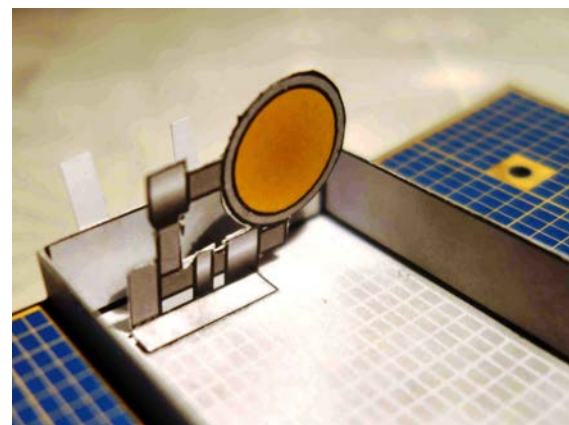


Abbildung 9

[zurück zum Anfang](#)

#### 4. Rocker-Bogie-Fahrwerke

Bei vielen Roverfahrzeugen zur Erkundung außerirdischer Planeten- und Mondwelten werden sogenannte *Rocker-Bogie-Fahrwerke* eingesetzt. Das englische Wort „Rocker“ bedeutet „Wippe“ und „Bogie“ Fahrwerk. Ein Rocker-Bogie-Fahrwerk besteht genauso genommen aus zwei ineinander geschachtelten Wippen. Solche Fahrwerke wurden bei mehreren Marsrovern der NASA und auch bei den chinesischen Chang'e-Mondrovern eingesetzt. Die beiden Wippen werden über ein Differenzial verbunden und sind geeignet, Unebenheiten des Bodens auszugleichen, ohne dabei das Chassis wesentlich zu bewegen. Da alle sechs Räder dieser Fahrzeuge einzeln angetrieben werden, besitzen die Rover eine sehr gute Geländegängigkeit.

Der anhängende **Schnittbogen** „RockerBogie.pdf“ bietet eine Kopiervorlage zur Konstruktion eines Rocker-Bogie-Fahrwerks in schematischer Darstellung. Ausgedruckt können die einzelnen Teile auf starken Karton oder Holz übertragen und durch drehbare Verbinder zusammengefügt werden. Im Fall von starkem Karton eignen sich hierfür Musterbeutelklammern sehr gut. Abbildung 10 zeigt eine entsprechende Kartonkonstruktion. Als „Mondlandschaft“ wurde ein Teppich mit untergelegten Holzstücken modelliert. Deutlich ist die Mimik des Rocker-Bogie-Fahrwerkes zu erkennen.

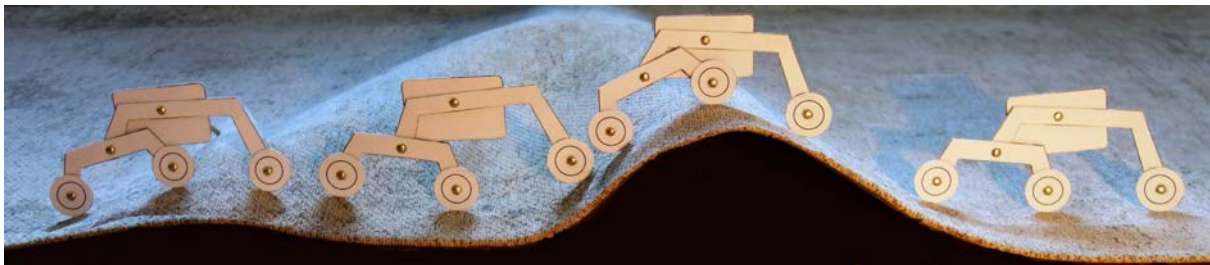


Abbildung 10: Schemadarstellung eines Rocker-Bogie-Fahrwerks in Aktion

#### Anhang

- Bastelbogen zum Mond-Rover „Chang'e-4“: „Schnittbogen - Chang E 4.pdf“
- Bastelbogen zum Rocker-Bogie-Fahrwerk: „Schnittbogen – RockerBogie.pdf“