

Den Mond selbst erforschen

In Bezug zum SuW-Beitrag „Mit dem VLT den Mond betrachten“ in SuW 8/2019, Rubrik „Blick in die Forschung: Nachrichten“, Zielgruppe: Mittelstufe, WIS-ID: 1421027

Olaf Hofschulz

Schon mit bloßem Auge begeistert der Anblick der Mondsichel oder des Vollmondes viele Menschen. Die Beobachtung mit einem Teleskop kann ein unvergleichliches Erlebnis sein, wenn man gefühlt „drei-dimensional“ in die Fülle der Krater, Gebirge, Täler und Rillen taucht.

Ein ganz besonderer Moment ergab sich im vergangenen Jahr (2018) am VLT in Chile. Bei Umbauarbeiten montierten die Techniker eine Mattscheibe im Nasmyth-Fokus eines 8,2-m-Teleskopes, der zunehmende Halbmond wurde mit mehr als 1 m Durchmesser auf diese Mattscheibe projiziert. Die anwesenden Wissenschaftler und Gäste werden die einmalige, scharfe und kontrastreiche Abbildung des Mondes sicher nie vergessen. Da das Licht des Mondes für die angeschlossenen Instrumente viel zu hell ist, werden die Teleskope normalerweise nicht in Richtung Mond gerichtet.

Im vorliegenden WIS-Beitrag für die Sekundarstufe I werden Beobachtungs- und Forschungsaufgaben zum Thema Erdmond in Form eines Arbeitsblattes vorgegeben. Zunächst sollen auf Basis von Beobachtungen mit bloßem Auge, Fernglas und Teleskop Oberflächenformationen auf dem Mond identifiziert werden. Eine genauere Analyse erfolgt dann auf Basis fotografischer Beobachtungen. Diese werden mit verschiedenen Methoden ausgewertet. Schließlich wird ein preiswerter Mondmeteorit mit einfachen Experimenten und mikroskopischen Beobachtungen untersucht.

| Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag | | |
|-------------------------------------|--|--|
| Astronomie | Kleinkörper, Astropraxis | Erdmond, Mondoberfläche , Geologie des Mondes: Gestalt und Zusammensetzung der Mondoberfläche , Mondmeteorit , Beobachtung des Mondes , astronomische Beobachtungsinstrumente , Mondfotografie |
| Physik | Mechanik, Eigenschaften von Stoffen und Körpern | Himmelsmechanik, Bahnen von Himmelskörpern, Dichtebestimmung von Meteoriten |
| Fächerverknüpfung | Astro – Ma, Astro – Geo, Astro – Technik, Astro – Info | Verhältnisgleichung , Gesteinsfarbe , Fotografie mit Smartphone , Bildbearbeitung |
| Lehre allgemein | Kompetenzen (Wissen, Erkenntnis), Unterrichtsmittel | Auswertung von Bildmaterial , Abschätzung von Größenordnungen, Dokumentation von Beobachtungen in Skizzen , Arbeitsblatt |



Abbildung 1: Links: Erdmond ca. 6 Tage nach Neumond, Aufnahme mit Canon EOS 77D an Refraktor 140/980. Rechts: Beispielsetup - Canon DSLR am Refraktor (Anschluss mit T2-Adapter). © Olaf Hofschulz.

2. **Oberflächenerkundung:** Die folgende Abbildung zeigt den Erdmond am 16. 10. 2018.

- a) Identifiziert und markiert (z. B. mit Hilfe eines Sternkartenprogrammes oder einer Mondkarte) 3 Maregebiete und 3 Krater auf dem Foto.
- b) Ermittelt die ungefähren Durchmesser der ausgewählten Maria und Krater. (Hinweis: Nutzt für eure Berechnungen den bekannten Durchmesser des Mondes!)



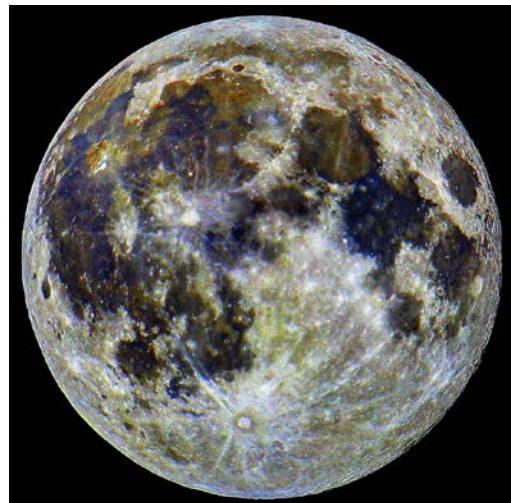
Erdmond ca. 6 Tage nach Neumond, Aufnahme mit Canon EOS 77D am Refraktor 140/980. © Olaf Hofschulz.

3. Nun sollen **eigene Aufnahmen** vom Mond angefertigt werden. Im einfachsten Fall reicht dafür eine Smartphone-Kamera aus. Dabei sollte das Mobiltelefon möglichst ruhig vor das Okular gehalten werden. Am besten werden mehrere Fotos angefertigt. So können z. B. mit einem Dobson-Teleskop sehr gute Mondfotos gelingen. Besser ist eine spezielle Halterung für das Smartphone oder eine Digitalkamera mit entsprechendem Adapter.



4. Die Farben des Mondes

Schnell zeigt sich, dass der Mond nicht wirklich grau ist, sondern feine Farbabstufungen aufweist. Diese Mondfarben lassen sich in den fotografischen Aufnahmen gut sichtbar machen. Dazu können die Fotos zunächst mit einer Bildbearbeitungssoftware nachträglich verbessert werden. Danach sollte die Farbsättigung stark angehoben werden.




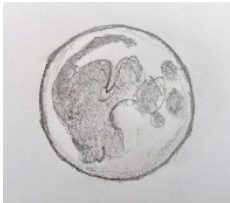




- Bearbeitet eure Fotos so, dass die Farbsättigung in der Mondaufnahme verstärkt wird.
 - Untersucht, welche Farben bevorzugt in den Mare-Gebieten, in den Kratern und in den Hochländern vorkommen.
 - Die **unterschiedlichen Metallgehalte im Mondgestein** sorgen z. B. für unterschiedliche Färbungen in den Mare-Regionen. In den ockerfarbenen Bereichen liegt der Eisen- und Titananteil unter dem in den blauen Gebieten. Analysiert eure Aufnahmen und benennt je 2 Regionen in den Maria mit hohem bzw. niedrigem Eisen- und Titananteil.
5. **Mondgestein:** Im Weiteren soll ein Mondmeteorit genauer untersucht werden.

- Recherchiert, wie Oberflächenmaterial vom Mond als Meteorit auf die Erde gelangen kann.
- Untersucht, ob der Mondmeteorit von einem Magneten angezogen wird. Formuliert eine Vermutung bezüglich des Eisengehaltes im Meteoriten.
- Untersucht den Meteoriten mit einem Mikroskop und beschreibt das Aussehen des Meteoriten.
- Überlegt euch weitere Experimente mit dem Mondmeteoriten und führt diese durch.



Lösungen und Hinweise

1a) Beobachtung von Oberflächenstrukturen auf unserem Mond:

| Oberflächenformation | Eigenschaften | Beobachtbar mit ... | Skizze |
|---------------------------------------|--|------------------------|---|
| Maria | große, dunkle Flächen, in der Frühphase des Mondes mit Magma überschwemmt | bloßes Auge |  |
| Hochländer (Terraes) | Hochebenen, hell, mit vielen Kratern | bloßes Auge |  |
| Krater | Einschlagkrater, verschiedene Größen, mit Kraterwällen | Fernglas oder Teleskop |  |
| Strahlen-Systeme (von Kratern) | einige Krater sind von einem Strahlensystem umgeben, z.B. Tycho | Fernglas |  |
| Gebirge (Montes) | der Mond besitzt Gebirge, höchster Berg ist der Mount Huygens mit ca. 5500 m in den Mond-Apenninen | Teleskop |  |
| Rillen (Rima) | langgezogene Vertiefungen in der Mondoberfläche | Teleskop |  |

1b) Beobachtungshinweise:

- möglichst nicht bei Vollmond, so dass Krater, Gebirge, Rillen gut erkennbar sind
- aber Strahlensysteme sind um den Vollmond herum besser sichtbar
- bei Fernglasbeobachtung unbedingt abstützen oder eine Halterung für das Fernglas bauen (Anleitungen sind im Internet oder in der Literatur zu finden)
- bei Teleskopbeobachtung unbedingt Zeit lassen! Skizzen von einzelnen Objekten anfertigen lassen!

1c) Skizzen:

- Skizzen in Tabelle übertragen
- wenn keine Beobachtung möglich sein sollte, können trotzdem Skizzen zu den einzelnen Formationen angefertigt werden

2a) Oberflächenerkundung:



2b) Durchmesserberechnung:

Monddurchmesser: 3476 km

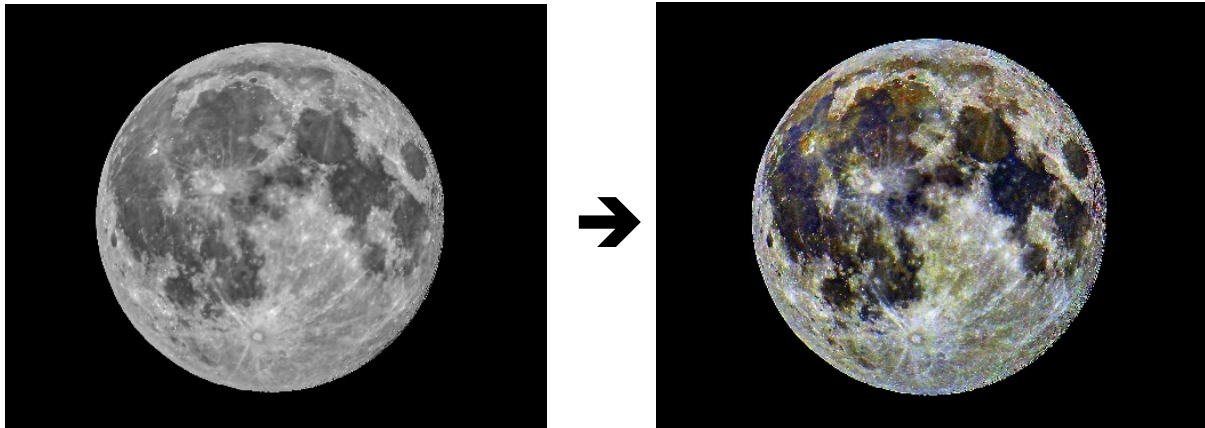
Durchmesser des Objektes und den Monddurchmesser im Foto auf dem Arbeitsblatt ermitteln

→ **Verhältnisgleichung** als Lösungsansatz: $\frac{d_{\text{Objekt}}}{d_{\text{Mond}}} = \frac{d_{\text{Objekt,Foto}}}{d_{\text{Mond,Foto}}}$

3) Beispiele zur Mondfotografie:



4a) Bildbearbeitung:



4b) Welche Farben:

- Maregebiete: bläulich und ocker
- Krater und Hochländer: weiß bis gelblich bzw. rötlich weiß

4 c) Eisen- und Titananteil:

- blau → hoher Eisen- und Titananteil: Mare Tranquillitatis, Mare Nectaris
- ockerfarben → niedrigerer Eisen- und Titananteil: Mare Serenitatis, Mare Imbrium (große Teile)

5) Mondgestein:

Hinweis: Preiswerte Mondmeteoriten (ab ca. 25,-) können bei verschiedenen Anbietern im Internet bezogen werden (z. B.: <https://www.fossilien.de/seiten/meteoriten/mond-mars-meteoriten.htm> oder <https://www.meteorite-shop.de/meteoriten/mond-meteoriten-gestein/>).

a) Entstehung von Mondmeteoriten → beim Einschlag eines Kleinkörpers ab etwa 10 m Größe vom Mond in Richtung Erde weggeschleudert (Fluchtgeschwindigkeit: 2,38 km/s).

b) Meteorit wird vom Magneten angezogen! → Vermutung: hoher Eisenanteil. Im Gegensatz zu den meisten Meteoriten sind die Mondmeteoriten nicht magnetisch.

c) Anblick im Mikroskop → einige Mikroskopische Aufnahmen von Mondmeteoriten unter https://tw.strahlen.org/fo-toatlas1/meteorite_achondrite5.html.

d) z.B. Experimente zur Bestimmung der Masse und Dichte.

