

## Beobachtungen (und ihre Grenzen) verstehen mit den Saturnringen

In Bezug auf den Beitrag „Die Cassini-Teilung ist vergänglich“ in SuW 11/2019,  
Zielgruppe: Primarstufe bis Unterstufe, WIS-ID: 1421030

Inga Gryl (Universität Duisburg-Essen)

Die Saturnringe sind eindrucksvoll und in ihrer Struktur komplex. Ihr Charakteristikum, aus Eis- und Gesteinsbrocken und -teilchen zu bestehen, ist visuell schwer erfassbar. Dieses Material stellt am Beispiel der Saturnringe die basale Frage nach der Aussagekraft und Interpretierbarkeit von Bildern, die mit unterschiedlichen technischen Möglichkeiten aufgenommen wurden.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag (Primarstufe bis Unterstufe)		
<b>Astronomie</b>	<b>Planeten, Monde</b> <b>Methode: Beobachtung</b>	Saturnringe, Saturnmonde Auswertung von Bildern, Auflösung
<b>Fächer- verknüpfung</b>	<b>Querschnittskompetenzen</b> Astro-Deutsch Astro-Mathematik	<a href="#">Versuch</a> , <a href="#">Bildbeschreibung und -analyse</a> , <a href="#">Feinmotorik</a> <a href="#">Bildbeschreibung</a> <a href="#">Distanzen/Größen und Auflösung (deskriptiv)</a>
<b>Lehre Allgemein</b>	<b>Kompetenzen</b> <b>Unterrichtsmittel</b> <b>Lehr- und Sozialformen</b> <b>Lernpsychologie</b> <b>Kategorien des didaktischen Materials</b>	Fachwissen, <a href="#">Methodenkompetenz (Bildlesekompetenz)</a> , <a href="#">Modellkompetenz</a> <a href="#">Zeichnungen</a> , <a href="#">haptischer Versuch</a> , <a href="#">Bilder</a> Einzelarbeit, Partner- und Kleingruppenarbeit, Plenum <a href="#">Text-Bild-Kombinationen</a> , <a href="#">Modell-Objekt-Relation</a> <a href="#">astronomische Beobachtung</a> und <a href="#">Bilder als Erkenntnismitel</a>

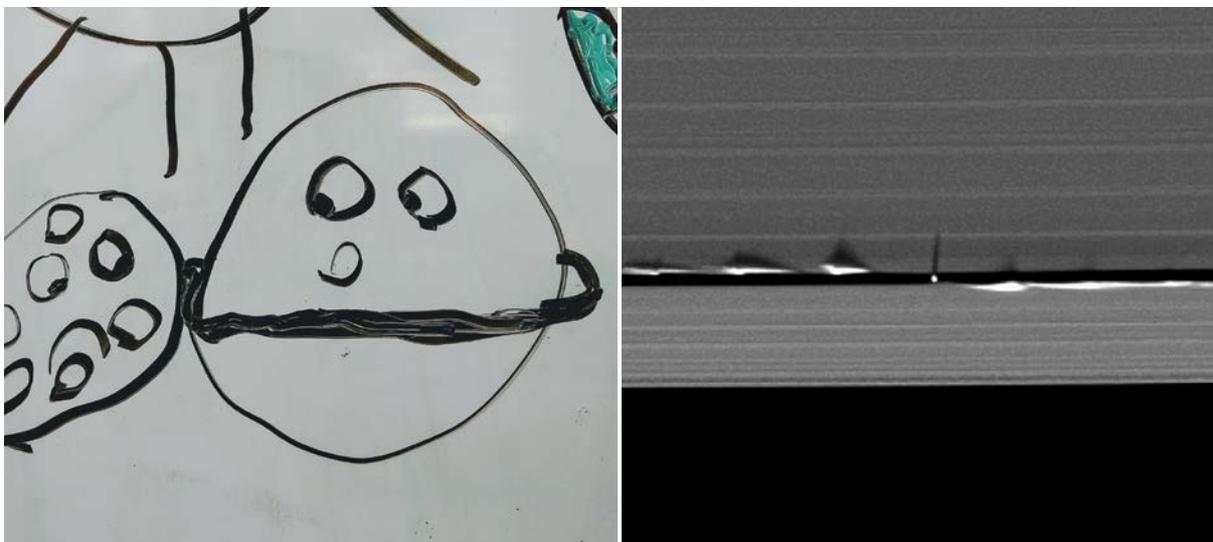


Abbildung 1: Erste Vorstellung vs. komplexe Ringstrukturen. Quellen: links: durch die Autorin freigegeben: [CC0 1.0](#), rechts: NASA public domain

[zurück zum Anfang](#)

## Hat der Saturn Henkel? Was kann man sehen und was nicht?

Saturn mag mit bloßem Auge bereits (je nach Position zur Sonne) als helles Objekt erscheinen, aber die Ringe offenbaren sich erst, wenn das menschliche Auge durch optische Hilfsmittel unterstützt wird (das heißt die Auflösung dadurch erhöht wird). In dieser Übung geht es darum zu verstehen, inwiefern die (begrenzten) Möglichkeiten der unterstützten Beobachtung die Erkenntnisbildung einschränken und ermöglichen. Exemplarisch werden für diese Thematik passend zum thematischen Rahmen dieses Materials die eigene Beobachtung und historische Beobachtungen der Ringe des Saturn genutzt. Dabei wird auch auf den Einfluss des Vorwissens eingegangen, das die Interpretation des Beobachteten erleichtert oder eben auch in eine Richtung lenkt, die nicht unbedingt den physisch-materiellen Gegebenheiten vor Ort entspricht. Das → **Arbeitsblatt** („... Ringe Henkel“) begleitet diese Überlegungen.

- 1) Zunächst kann das Vorwissen der Schüler\*innen erhoben werden: Die Frage „Was ist das Besondere am Planeten Saturn?“ kann im Plenum oder per Arbeitsblatt an die Schüler\*innen gerichtet werden, um zu überprüfen, ob sie die Ringe des Saturn (wahrscheinlich) bereits als augenfälliges Merkmal memoriert haben.
- 2) Anschließend könnten die Schüler\*innen Saturn mit bloßem Auge und mit Hilfe eines Schul-Teleskops, eines Fernglases oder eines Teleobjektives (ab ca. 10-fache Vergrößerung) beobachten (aktuelle Neigung der Ringe zur Sichtebene beachten, z.B. hier <http://www.nakedeyepianets.com/saturn.htm>). Sollte das angesichts der späten Beobachtungszeiten verständlicherweise (insbesondere in der Grundschule) nicht möglich sein, kann der Lehrende die Bilder aufnehmen (Digitalkamera ans Okular halten genügt hierfür meist) und in der Klasse zeigen. Alternativ können Amateuraufnahmen des Saturn gesichtet werden (wie diese: <https://www.schoolfreeware.com/assets/images/nikon-p1000-sample-saturn-9142018-schoolfreeware-3-2000x1500.jpg>, oder auch diese: <http://www.astrotreff.de/upload/Rigel7/20170528/saturn28052017jp.jpg>). Wenn dabei unterschiedlich gut aufgelöste Aufnahmen genutzt werden, hilft dies dabei, Überlegungen zu den Grenzen und Möglichkeiten von Beobachtungen zu formulieren.
- 3) Die Schüler\*innen zeichnen/skizzieren Saturn, so wie sie ihn auf den Aufnahmen (oder in einer Beobachtung) sehen. Als Vorlage können arbeitsteilig verschieden gut aufgelöste Aufnahmen genutzt werden. Unterschiede zwischen den Zeichnungen und der jeweiligen Vorlage werden gemeinsam diskutiert. Die Quintessenz aus dieser Übung ist, dass das Vorwissen und die Vor-Vorstellungen die Gestaltung beeinflussen, und dass ein tatsächliches genaues Zeichnen nach Beobachtung (Repräsentation des Gesehenen) nicht trivial ist.

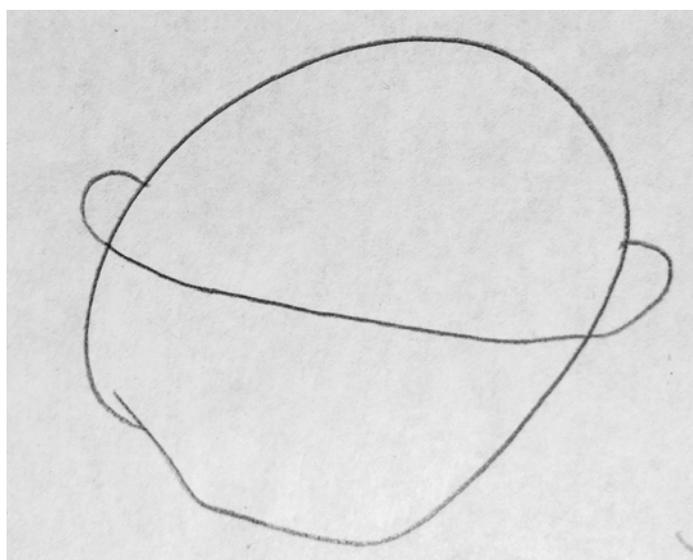


Abb. 2: Beispielzeichnung mit Einfluss des (unvollständigen) Vorwissens über die Ringe des Saturn (Kind, 6 Jahre alt).  
Quelle: durch die Autorin freigegeben: [CC0 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- 4) Eine historische Perspektive (Mahaffy o.J.) auf die Beobachtung der Saturnringe treibt diese Idee weiter und fragt nach den Möglichkeiten vergangener Zeiten, sich ein Bild über Saturn zu machen. Abbildungen zeigen die mögliche Teleskopansicht, die Galilei gehabt haben könnte, und seine Zeichnungen als Schlussfolgerungen aus der Beobachtung. Indem Galilei zunächst die Ringe als Monde interpretiert hatte, wird der Einfluss seines Vorwissens – er hatte gerade die Jupitermonde mit entdeckt – deutlich. Auf die Henkel-Darstellung bezieht sich die Überschrift des Arbeitsblatts.
- 5) Anschließend zeigt ein sehr gut aufgelöstes Bild, beispielsweise [https://commons.wikimedia.org/wiki/Saturn#/media/File:Saturn\\_PIA06077.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Saturn#/media/File:Saturn_PIA06077.jpg), das Teilungen zwischen den Ringen deutlich macht, dass mit besserer Auflösung noch mehr Erkenntnisse über Saturn gesammelt werden können. Die Schlussfolgerung, dass Astronomie eine Wissenschaft ist, deren Erkenntnisse stark abhängig von den Möglichkeiten der Beobachtung aus der Ferne sind, wird getroffen.

[zurück zum Anfang](#)

## Woraus bestehen die Ringe? Warum sehen sie wie Ringe aus?

In diesem Versuch (Wennekers & Gryl 2018) geht es darum, dass die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass die Saturnringe kein festes Objekt sind, sondern aus zahlreichen Gesteins- und Eisbrocken und -teilchen bestehen, und warum sie auf den bekannten Bildern dennoch einen optisch ‚massiven‘ Eindruck erwecken. Dazu wird der auf dem → **Arbeitsblatt** (,... Material Ringe‘) beschriebene Versuch durchgeführt:

- 1) Die Schüler\*innen kleben Sand ringförmig auf einen Pappteller um eine halbe Styroporkugel. (Möglichkeit der Kleingruppenarbeit oder Stationenarbeit in Kombination mit anderen Inhalten.) Hierbei muss darauf hingewiesen werden, dass in der Kälte des Weltalls auch Eisbrocken und -teilchen beteiligt sind, aber diese hier nicht genutzt werden können. Der Sand repräsentiert also beide Bestandteile. Um Fehlvorstellungen bzgl. der Größe der Teile zu vermeiden, kann feinkörniger Sand einer Größe verwendet werden, und kein besonders grobkörniges Granulat hinzugefügt werden, dessen Teile im Maßstab des Modells überdimensioniert wären. Da das Trocknen etwas dauern kann, kann dieser Versuch mit anderen Aufgaben kombiniert werden.
- 2) Nach dem Trocknen trägt ein\*e Schüler\*in den vertikal gehaltenen Teller so weit, bis einer\*einem anderen Schüler\*in der Sand optisch als Fläche erscheint. Daraus soll geschlussfolgert werden, dass aus der Entfernung die Saturnringe wie eine feste Struktur aussehen, obgleich sie aus zahlreichen Einzelteilchen auf keplerschen Bahnen um ihren Planeten bestehen.
- 3) Anschließend wird der Teller gekippt. Dadurch erscheint der Tellerrand sehr schmal und wird, je nach Distanz, wenig bis nicht sichtbar, während die Halbkugel (der Planet) weiterhin sichtbar bleibt. Damit wird illustriert, wie schmal die Ringe sind, und warum sie in der Beobachtung von der Erde auch von Zeit zu Zeit optisch ‚verschwinden‘ können. Fotografien wie <https://apod.nasa.gov/apod/ap100215.html> o. <https://apod.nasa.gov/apod/ap051219.html> können das geringe vertikale Ausmaß der Ringe illustrieren.

[zurück zum Anfang](#)

## **Was macht ein Mond im Ring? Über die Grenzen der Veranschaulichung**

Grundschul- und unterstufenkompatibel erscheint zunächst ein Versuch, den das DLR (2014) als „Mitmach-Experiment: Saturn-Ringe“ im Heft „Unser Sonnensystem“ veröffentlicht hat. Darin wird einer der Ursachen für Teilungen in den Ringen auf den Grund gegangen: Während die breite, von Cassini 1675 entdeckte und später nach ihm benannte Teilung bereits in kleinen Teleskopen (ab 8 cm Öffnung je nach Seeing und Neigung der Saturnringe zum Beobachter) sichtbar ist, zeigen sich auf detailreicheren Aufnahmen zahlreiche weitere Lücken. Diese entstehen durch gravitative Wechselwirkung der Ringteilchen untereinander, durch Resonanzen zwischen Monden und Ringteilchen sowie durch kleinere Monde in den Ringen. Der dort beschriebene Versuch fokussiert auf die gravitativen Wechselwirkungen durch Monde innerhalb der Ringe, wie etwa der Mond Pan (ca. 28 Kilometer im Durchmesser) in der Encke-Teilung.

Hierfür geben die Lernenden auf einen Drehteller (etwa eine Töpferscheibe aus dem Kunstraum oder eine drehbare Tortenplatte), in dessen Mitte eine Halbkugel als Saturnmodell befestigt ist, Milchreis. In diesen werden Ringe eingezogen, indem kleine Styroporkugeln als Monde an Stäbchen in den Milchreis gehalten werden, während die Scheibe gedreht wird. Es zeichnen sich kreisförmige Spuren ab. Die Autor\*innen schreiben, dass „die ‚Lücken‘ in der Ringstruktur des Saturn allerdings nicht durch pure „Verdrängung“ wie im Modell entstehen, sondern, „vielmehr ziehen der Saturn-Mond Mimas und andere kleine Monde Partikel aus den Ringen an, fliegen dann aber so schnell weiter, dass die kleinen Teilchen nicht auf die Monde selbst stürzen, sondern durch die Gravitation hinweggeschleudert und regelrecht aus der Bahn geworfen werden“ (DLR 2014, 65). Die Resonanzwirkung von Mimas, der außerhalb der Cassini-Teilung liegt, ist damit allerdings nicht erklärt. Dass die Teilchen auf der Ringscheibe des Modells die gleiche Winkel-Geschwindigkeit haben, kann noch als modellimmanent akzeptiert werden, dass aber der Modell-Mond im Gegensatz dazu stillsteht, kann zu einer größeren Fehlvorstellung führen. Die Autor\*innen grenzen auch ein, dass der Versuch eher „intuitiv“ (DLR 2014, 65) wirkt. Auf Grund der Gefahr der Bildung von Fehlvorstellungen wird dieser auf den ersten Blick so naheliegende Versuch daher hier nicht unbedingt zum Einsatz im Klassenraum empfohlen. Gleichwohl macht die Thematisierung den schmalen Grat zwischen Veranschaulichung und Grenzen von Modellen deutlich, und die Notwendigkeit, stärker Originaldaten (Bildquellen etwa angesichts ihrer eigenen Anschaulichkeit) einzubeziehen.

[zurück zum Anfang](#)

## **Was passiert da in den Ringen? Welche sichtbaren Strukturen erzählen uns was?**

Das folgende Material taucht in die Details der Strukturen der Ringe des Saturn ein. Aus der Nähe (die insbesondere dank der Raumsonde Cassini möglich wurde, die u.a. mehrfach durch die Ringebene tauchte) betrachtet, eröffnen sich phantastische Phänomene, die alle einer Erklärung bedürfen. Im Folgenden werden daher Bilder und Erklärungen einander zugeordnet. Dabei werden neben fachlichen Inhalten zu (vorrangig) gravitativen Phänomenen der Saturnringe (vgl. Spahn 2007; Atkinson 2009) auch Kompetenzen dahingehend vermittelt, Bilder und deren Beschreibung (im Sinne einer schriftlichen Begründung für das Gesehene) einander zuzuordnen. Damit wird die Fähigkeit zur naturwissenschaftlichen Bildinterpretation gestärkt. Die Erklärungen sind stark vereinfacht und versuchen mit einfachen Worten ein sehr grundlegendes Verständnis der gravitativ bedingten Phänomene zu vermitteln.

Die generell zu transportierende Idee dieser Übung ist, dass eine Beobachtung im Teleskop oder auf einer Fotografie immer die Frage nach ihrer Ursache aufwirft. Die Beobachtungen sind wiederum Basis für Vermutungen. Davon ausgehend, werden normalerweise mit den aus den Beobachtungen ersichtlichen Daten Berechnungen angestellt, die zu möglichen Erklärungen für Phänomene hinleiten. Beobachtungen wiederum mit verbesserten Mitteln bzw. geleitete durch die Vorhersagen können diese Erklärungsansätze bestätigen. (Beispielsweise durch der Mond Pan in der Encke-Teilung durch Berechnungen auf Basis von Beobachtungen sehr genau vorhergesagt, bevor er auf Voyager-Bildern entdeckt wurde.) Hier aber muss angesichts der Zielgruppe auf einer verbal-deskriptiven Ebene der Auswertung verblieben werden.

- 1) Grundlegendes Vorwissen für diese Übung ist ein ungefähres Verständnis von Gravitation, die hier (salopp) Anziehungskraft genannt wird, dahingehend, dass die Kraft von der Masse des Körpers (hier mit dem Begriff ‚Größe‘ angedeutet, da diese Übung auf visuell erfassbare Unterschiede abzielt und den Dichtebegriff nicht thematisiert) abhängt. Des Weiteren sollte vorab geklärt worden sein, dass Monde ihre Planeten umlaufen, und dass dies für Ringteilchen ebenso zutrifft (ohne auf Besonderheiten wie etwa Hufeisenbahnen einzugehen).
- 2) In dieser Übung schneiden die Schüler\*innen zunächst die unsortiert dargebotenen Bild- und Textkärtchen aus den → **Arbeitsblättern** (... Ringe Strukturen‘) aus.
- 3) Sie ordnen sie einander zu. Dazu eignet sich die Think-Pair-Share-Methode, bei der zunächst in Einzelarbeit eine Zuordnung erfolgt, dann ein Vergleich der Zuordnungen und Begründungen in Partnerarbeit und schlussendlich ein Vergleich im Plenum.

Das Material kann in Graustufen ausgedruckt werden, da die Beschreibungen auch im Falle der Farbbilder im Graustufendruck problemlos zugeordnet werden können.

Lösungen: 1) H – 2) B – 3) C – 4) G – 5) F – 6) E – 7) D – 8) A

[zurück zum Anfang](#)

## Ideen zum Einsatz des Materials

Das Material fokussiert auf eine eher phänomenologische, nicht mathematisierte Herangehensweise und eignet sich daher für die Grundschule und die Unterstufe. Es vermittelt grundlegende Ideen der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung aus Bildmaterial, ohne das Potential der quantitativen Arbeiten auf der Basis von Bildmaterial vorweg zu nehmen. Es eignet sich für den Einsatz im Fach Physik bzw. im Fach Naturwissenschaften (im Falle von Fächerverbänden), gegebenenfalls unter Fächerverbindung zur Geschichte (Wissenschafts- und Technikgeschichte). Ebenfalls sind weitere Verknüpfungen zur Kunst denkbar, da Ringstrukturen und künstlerische Darstellungen Fragen nach Visualisierung zwischen Wissenschaft und Ästhetik aufwerfen. Analog ist damit in der Grundschule der Einsatz im Fach Sachunterricht angedacht (Klassenstufe 3/4) unter Einbindung der naturwissenschaftlichen Perspektive, der historischen Perspektive (Weltbilder, Technikgeschichte) und der technischen Perspektive (Teleskope, Raumsonden). Des Weiteren können auch hier Verknüpfungen zum Lernen mit Medien und zum ästhetischen Lernen vorgenommen werden.

[zurück zum Anfang](#)

## Zusätzlich benötigte Medien, Werkzeuge und Materialien

Neben dem Ausdruck der Arbeitsblätter (je eines pro Schüler\*in) sind alle benötigten Materialien auf den Arbeitsblättern genannt. Einige illustrierende Abbildungen werden zudem im Text benannt. In der Summe sind das

- die genannten Fotografien, die per Beamer gezeigt werden können; und/oder Fernglas/Teleskop im Falle einer Beobachtung
- Stift/Stifte, Schere
- Sand (z.B. Dekosand, Tiersand oder Sandkastensand), Kleber, Pappteller, kleine Halbkugel aus Styropor oder halber Tischtennis-Ball

[zurück zum Anfang](#)

## Literatur

- Atkinson, N. (2009): Vertical Structures Tower Above Saturn's Rings. <https://www.universetoday.com/32532/vertical-structures-tower-above-saturns-rings/> (Zugriff: 2019-10-07).
- DLR (2014): Unser Sonnensystem. [https://www.dlr.de/next/Portaldata/69/Resources/downloads/\\_DLR\\_Unser\\_Sonnensystem.pdf](https://www.dlr.de/next/Portaldata/69/Resources/downloads/_DLR_Unser_Sonnensystem.pdf) (Zugriff: 2019-10-10).
- Mahaffy, P. (o.J.): Cassini-Huygens Mission. Saturn History. <https://attic.gsfc.nasa.gov/huygenscms/Shistory.htm> (Zugriff: 2019-10-08).
- Spahn, F. (2007): Planeten-Ringe. Dynamische Laboratorien im Sonnensystem. SuW 2007, 11, 26-36.
- Wenekers, J., unter Bearbeitung von Gryl, I. (2018): Reise durch das Sonnensystem. Lehrerhandbuch zu einer Materialkiste zur astronomischen Bildung in der Grundschule. Universität Duisburg-Essen. Essen.