

## Mitbringsel von den Galileischen Monden – ein Reisebericht

In Bezug auf den SuW-Beitrag „Europa im Jupiterschein“ (Heft 2/2023, Brennpunkt 2221),  
Zielgruppe: Grundschule, WIS-ID:1571208

Inga Gryl (Universität Duisburg-Essen)

Was würde man von einer Reise zu den Galileischen Monden an Bildern und Eindrücken mitbringen können? Und wie kann man diese Eindrücke zu Hause sortieren, um zu verstehen, was man da gesehen hat? Auf spielerische Weise werden in diesem Grundschulmaterial Erkenntnisse aus ‚Mitbringeln‘, d. h. insbesondere aus Bildmaterial, gewonnen, und nebenher wird Wissen über bisherige Expeditionen ins Jupitersystem vermittelt.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag (Primarstufe)		
Astronomie (Sachunterricht)	Kleinkörper Planeten Methode	<a href="#">Monde, Eigenschaften der Galileischen Monde</a> exemplarische Eigenschaften des Jupiters <a href="#">Zuordnung von bildhaftem Material zu Informationen</a>
Fächer- verknüpfung	Deutsch Mathematik Geschichte  Querschnittskompetenz	<a href="#">Leseverständnis</a> Größenverhältnisse (Vergleich) Zeitskala (Entdeckung der Galileischen Monde, Erforschung, zukünftige Missionen, Grenzen aktueller Möglichkeiten) <a href="#">Bildinterpretation</a> , Textverständnis, <a href="#">Text-Bild-Verständnis</a>
Lehre Allgemein	Kompetenzen Lehr- und Sozialformen Lernpsychologie Kategorien des didaktischen Materials	<a href="#">Fachwissen</a> , <a href="#">Erkenntnisgewinnung (Bildinterpretation)</a> , <a href="#">Kommunikation</a> <a href="#">Einzel-, Kleingruppen- und Gruppenarbeit</a> , <a href="#">Lerntheke</a> <a href="#">Text-Bild-Kombinationen</a> , Szenarien <a href="#">Lernen mit Bildern</a>



Abbildung 1: Jupiter und die Galileischen Monde (Quelle: Gill, K. M.: Jupiter and Moons:  
<https://wordpress.org/openverse/image/8848f0b0-f949-47f0-a31a-63d640698b83>, CC BY 2.0).

## 1 Begründung des Lerngegenstands

Die Galileischen Monde sind die vier größten Monde des Jupiters: Io, Europa, Ganymed und Kallisto. Sie weisen, auch auf Grund ihrer Größe, eine gewisse Komplexität in ihrem Aufbau und jeweils verschiedene Besonderheiten auf: Io wird durch Gezeitenkräfte des Jupiters aufgeheizt und verfügt über Vulkanismus. Europa ist von einer von Rissen durchzogenen Eisschicht bedeckt, unter der ein flüssiger Ozean vermutet wird. Diese Vermutung wird auch bei Ganymed und Kallisto angestellt, die ebenfalls von schmutzigem Eis sowie von Impaktkratern bedeckt sind. Ganymed verfügt dabei über bewegliche Platten, die die Oberfläche durch Gebirgsbildung verändern. Kallistos Oberfläche ist geologisch sehr alt und daher mehr als die anderen Galileischen Monde von Kratern übersät. **Jeder Galileische Mond ist damit eine spannende Welt für sich.**

Die Galileischen Monde mögen auf den ersten Blick wie ein sehr spezielles Gebiet astronomischer Bildung erscheinen, aber sie sind ein Lerngegenstand, der exemplarisch grundlegendes und übertragbares astronomisches Wissen vermitteln kann.

- Sie lassen sich mit schulischen Mitteln oder im Rahmen der Amateurastronomie beobachten, und auf diese Weise noch einmal ‚live‘ erleben. Sollte dies wegen der Uhrzeiten gerade im Grundschulbereich nicht möglich sein, können aktuelle Aufnahmen durch die Lehrkraft erstellt oder von Amateurastronom\*innen im Netz gefunden werden. Diese Aufnahmen geben zudem einen ersten Eindruck davon, warum auch Sonden zur Erforschung des Jupitersystems eingesetzt werden und nicht nur Beobachtung aus der Distanz erfolgt (obgleich natürlich professionelle Teleskope wesentlich bessere Aufnahmen liefern und die Erforschung vor Ort nicht nur in der Aufnahme von Bildmaterial besteht).
- Als ein System im Kleinen können mit dem Jupitersystem viele **Phänomene und Begriffe** erschlossen werden, die auch an anderen Stellen im Sonnensystem eine Rolle spielen. Im System Erde-Erdmond lassen sie sich teilweise wegen der geozentrischen Sicht weniger intuitiv erschließen. Es können mittels des Jupitersystems Phänomene als direkt verallgemeinerbar eingeführt werden und nicht als Sonderfalls des Systems Erde-Mond.
  - **Monde**, die ihren Planeten umkreisen (in diesem Falle durch den besonders schweren Planeten sind die Gravitationsverhältnisse fast wie in einem kleinen Sonnensystem), während dieser um die Sonne kreist.
  - **Gebundene Rotation** von Monden (wie beim Erdmond, der dem Planeten Erde immer die gleiche Seite zuwendet), liegt auch bei den Galileischen Monden vor.
  - **Finsternisse**, wenn ein Mond in den Schatten des Planeten taucht (Mondfinsternis) oder der Mond einen Schatten auf den Planeten wirft (Sonnenfinsternis).
  - Darüber hinaus kann die Unterscheidung **Riesenplaneten**/Gasplaneten und kleinerer Gesteinsplaneten vorgenommen werden.
  - **Größenverhältnisse** werden vermittelt: Die große Bandbreite der Größen von Monden und die Tatsache, dass Planeten (Merkur) in der Größenordnung der Galileischen Monde liegen können, verdeutlicht, dass die Unterscheidung **Monde/Planeten** eine Frage der Himmelsmechanik und nicht der Größe ist.
  - Die Entstehung von **Impaktkratern**, die überall im Sonnensystem beobachtet werden, und einige Gründe für deren Verschwinden, werden thematisiert. (Allerdings nicht die Abtragung durch atmosphärische Prozesse, weil die Galileischen Monde nicht über Atmosphären in dem Sinne verfügen.)

[zurück zum Anfang](#)

- An Hand von Io können – auf vereinfachte Weise – **Gezeitenkräfte** thematisiert werden. Da Io eine gebundene Rotation hat, wirken hier die potentiell starken Gezeiten des sehr massiven und sehr nahen Jupiters nur dadurch, dass Io eine leicht elliptische Bahn hat und damit nicht exakt immer gleich zu Jupiter ausgerichtet ist.
- Es wird eingeführt, dass sich Oberfläche/äußere Hülle und innerer **Aufbau** von genügend großen Körpern unterscheiden können, beispielsweise Eisoberfläche – vermuteter Ozean (u.a. Europa), Gesteine – flüssiges Gestein (Io).
- Mit Jupiter wird das Konzept der **Atmosphäre** übertragbar auf andere Planeten – und in der Varianz durch Unterschiede zur Erde aufgezeigt.
- **Stoffe und Eigenschaften** werden am Rande thematisiert: z.B. Aggregatzustände von Wasser, der Geruch von Schwefel, Gase in Jupiters Atmosphäre.
- Mit Io wird **Vulkanismus** thematisiert. Mit Europas Kryovulkanen können weitere Erscheinungsformen von Vulkanismus (in diesem Fall: relativ kalter Vulkanismus mit leicht verflüssigbaren Materialien wie Wasser) aufgezeigt werden, wobei dies natürlich ein sehr spezieller Fall ist.
- Mit Ganymed kann sogar die Idee von **Plattentektonik** vermittelt werden, wobei das Medium, auf dem sich die Platten bewegen, sich von dem auf der Erde unterscheidet (vermuteter Ozean aus Wasser vs. Asthenosphäre aus teilweise aufgeschmolzenem Gestein).
- Ganz grundlegend wird die Bedeutung von planetaren unbemannten **Missionen** aufgezeigt.

[zurück zum Anfang](#)

## 2 Methodisches Vorgehen

Das Material startet mit dem fiktiven Szenario der Nachbereitung einer Reise zu den Galileischen Monden, wofür eine Einführung in Form eines [Reiseprospekts](#) bereitliegt. Die Schüler\*innen haben von ihrer fiktiven Reise viel mitgebracht ([Fotos/Polaroids, Postkarten, Kühlschranksmagneten, Infoblatt](#)) und müssen nun das, was sie vorliegen und in der Geschichte gesehen haben, interpretieren bzw. zu Erkenntnissen bringen. Tatsächlich sollte die aktive Auseinandersetzung mit dem Gesehenen und auch die Nachbereitung Teil einer jeden auch realen Reise/Exkursion sein. Die Bildinterpretation zu den Galileischen Monde würde zweifelsohne auch ohne die fiktive Einbettung funktionieren. Die Narration, die von Anfang an offengelegt wird, hat hier aber augenzwinkernd-motivationalen sowie die Schüler\*innen involvierenden Charakter und ermöglicht es zudem, durch die Gestaltung der Mitbringsel (Postkarten mit Beschriftungen, Magneten als Modelle) weitere Hinweise für die Interpretation über klassisches Bildmaterial hinaus einzufügen.

Die Aufgabe der Schüler\*innen ist es, Post-Its nachempfundene Informationszettel an ihre Mitbringsel zu heften (mit Büro- oder Wäscheklammern). Sie kombinieren sozusagen ‚ihre‘ Notizen mit dem bildhaften Material, um letzteren dadurch Sinn zu verleihen. Die Methode ist die der **Bildinterpretation bzw. das Lernen mit und an Hand von Bildern**, die zusammen mit den Texten das Lernen als **Text-Bild-Kombination** stärken (Schnotz 1995).

[zurück zum Anfang](#)

Es kann das gesamte Material der Klasse an einer Lerntheke zur Verfügung gestellt werden, was relativ viel ‚Verkehr‘, aber auch **fachliche Kommunikation an der Lerntheke** bedeutet. Auch kann das Material bereits so aufgeteilt werden, dass **Kleingruppen** je einen Teil passender Materialien und Zettel erhalten. Wiederum können mehrere Kopien der kompletten Sets bereitgestellt werden, die dann in kleineren Gruppen bearbeitet werden. Auch **Einzelarbeit** mit allem Material oder einem Teil des Materials ist möglich. Wenn das Gesamtmaterial aufgeteilt wird, lassen sich schnell zwischendurch Zuordnungen realisieren, über die dann wiederum gemeinsam im Plenum gesprochen wird. Zum Sparen von Druckkosten ist zudem ein digitales Arbeiten denkbar, das in Kapitel 3 beschrieben wird.

Es ist wichtig, deutlich zu machen, dass auch Variationen in den Zuordnungen möglich sind: So können mehrere Zettel auf ein Bild passen oder mehrere Bilder auf einen Zettel. Dies liegt daran, dass Bilder oftmals eine Vielzahl an Informationen enthalten können. Dieser Sachverhalt wurde in der Vergangenheit manchmal bei einem bildhaften Unterrichtseinstieg missachtet, der teils als ‚stummer Impuls‘ missverstanden wurde, bei dem eine bestimmte Frage, ein bestimmtes Thema oder ein bestimmter Sachverhalt durch die Schüler\*innen an Hand eines Bildes ‚gefunden‘ werden sollte. Bilder aber sind vielschichtig. So kann es auch zu Ideen bzw. Schüler\*innenfragen kommen, die auf keinem der vorbereiteten Zettel stehen – aus diesem Grund sollten weitere leere Zettel ausgedruckt werden, die auch diesem Material beiliegen.

Beim Sprechen über die Zuordnungen ist es auch deshalb wichtig, Kinder aufzufordern, ihre Begründung für eine Zuordnung darzulegen. Dies ermöglicht eine Schulung der **differenzierenden Betrachtung von Bildern**. Gerade in einer Kultur der Digitalität (Stalder 2016), in welcher Bilder vielfach referenziert und geteilt werden, aber eben auch illustrativ oder in der sehr einfachen Bewertungskategorie des Likens genutzt werden, ist es wichtig, ein Verständnis für deren Vielschichtigkeit und damit auch potentielle Missverständlichkeit ihrer Kommunikation zu schaffen. Naturwissenschaftliche Bilder, die hier eine stärkere Fakten- statt Werteorientierung (abgesehen von der ästhetischen Bewertung) ermöglichen, sind dazu ein guter Einstieg.

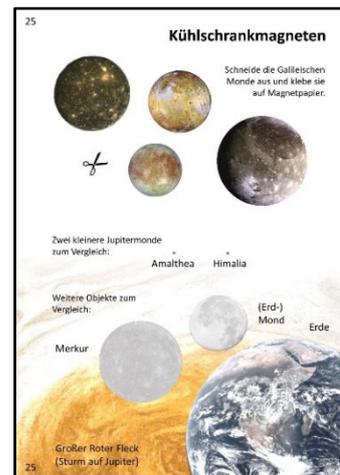
Zur Differenzierung der kognitiven Komplexität stehen zwei Arten von Notizzetteln zur Verfügung: Gelbe (klassische Post-It-Farbe) mit ausführlicheren Beschreibungen und Erklärungen und blaue, die Begriffe erwähnen oder kurze Beschreibungen und einfachere Erklärungen liefern. Bei Einsatz letzterer sollte eine Abbildung der Galileischen Monde mit ihrer Bezeichnung zur Verfügung gestellt werden (Zusatzmaterial), damit hier ein Vergleich von Bildmerkmalen zur Lösung beiträgt, da die Erklärungen der blauen Zettel nicht immer genug Hinweise liefern, um eine eindeutige Zuordnung zu erlauben. Idealerweise wird diese Differenzierung durch gelbe und blaue Zettel innerhalb einer Klasse angewandt, indem beide Varianten gleichzeitig zur Verfügung gestellt werden. Dadurch können Schüler\*innen neben den einfacheren Lösungen auch einen Teil der komplexeren zuordnen und haben so immer die Möglichkeit der inneren Differenzierung, je nachdem, wie stark sie einen Sachverhalt bereits durchdrungen haben. Auch unterschiedlicher **Lesekompetenz** in – in der Grundschule ohnehin – heterogenen Klassen wird diese Möglichkeit gerecht. In jüngeren Klassenstufen könnten ausschließlich die blauen Zettel eingesetzt werden, wobei dann aber nicht alle Erklärungen in der möglichen Tiefe vermittelt werden können.

Mit dem Material eingeführte Konzepte können Nachfragen erzeugen. Dann kann das bildhafte Material ein Ausgangspunkt sein für weitere Visualisierungen wie Modelle oder auch Versuche (z. B. Sonnenfinsternis am Modell). Das Material ist also eine Grundlage oder ein Ausgangspunkt, der beliebig ausgeweitet werden kann.



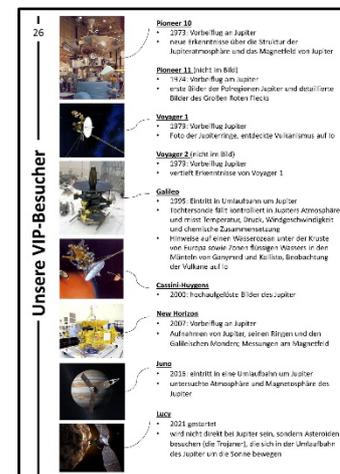
Die **Kühlschrankschrankmagnete** können nach dem Drucken und Ausschneiden der Galileischen Monde und Vergleichsobjekte (Mond, Merkur) auf magnetisch beschichtetes Papier geklebt werden. Die zweite Seite wird auf normales Papier gedruckt als Größenvergleich. Alternativ kann auch ohne magnetische Beschichtung bei Druck auf dickem Druckerpapier gearbeitet werden, insbesondere, wenn das Arbeiten nur am Tisch stattfindet.

➔ [Material\\_Kühlschrankschrankmagneten.pdf](#)



Das **Infoblatt** zu den VIP-Besuchern (Raumsonden) kann einfach ggf. auf leicht dickerem Druckerpapier ausgedruckt werden.

➔ [Material\\_Infoblatt-VIP-Besucher.pdf](#)



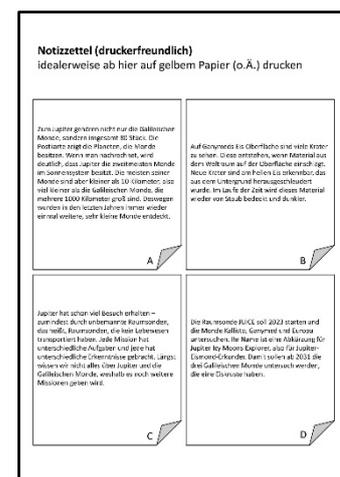
Die **Notizzettel** werden nach dem Druck ausgeschnitten. Der Druck kann auf normalem oder leicht dickerem Druckerpapier erfolgen. Es gibt zudem eine reine Schwarz-Weiß-Vorlage für den patronenschonenden Druck auf ggf. auch buntem Papier.

Werden Teile des Materials laminiert, ist es haltbarer und kann vielfach verwendet werden. Für die Durchführung werden zum Anheften der Notizen noch Wäscheklammern oder Büroklammern benötigt.

Für den digitalen Einsatz müssen aus den pdfs die Bilder und Notizzettel digital ausgeschnitten und in ein kollaboratives Programm zum gemeinsamen Erstellen von grafischen Übersichten eingespeist werden. Ziel ist es, die Bilder und geeigneten Notizen zusammenschieben. Geeignet wäre etwa Miro (in der eingeschränkten Version kostenlos). Hier können Schüler\*innen über den Browser gleichzeitig auf einer Oberfläche arbeiten. Der kommunikative und insbesondere der haptische Aspekt sind zweifelsohne in einer rein digitalen Variante jeweils anders als gewohnt. Soll die Arbeit in Einzelarbeit und nicht kollaborativ stattfinden, können die Materialien als ausgeschnittene Bilder auch in Programmen wie Power-Point kombiniert werden (hierfür kann die Hintergrundfolie entsprechend groß eingestellt werden unter Entwurf – Foliengröße).

➔ [Material\\_Notizzettel.pdf](#)

➔ [Material\\_Notizzettel\\_druckerfreundlich.pdf](#)



[zurück zum Anfang](#)

#### 4 Mögliche Zuordnung / Lösung

Alle Materialien sind mit einem Code versehen: die bildhaften Materialien mit einer Zahl und die Notizzettel mit einem Buchstaben (groß für die komplexeren Notizen und klein für die leichteren). Damit können passende Zuordnungen hier aufgezeigt werden, beispielsweise für die Aufteilung von Materialien und Zetteln auf Gruppen oder für die Kontrolle.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F	G	K	O	L	I	U	R	A	J	D	X	M
m	g	o	b	i	x	r	l	p	s	h	j	d

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
V	Y	N	S	T	W	E	B	Q	P	H	Z	C
v	y	q	w	e	f	n	z	k	c	u	t	a

Die Notizzettel sind auf den Vordrucken in ihrer Reihung jeweils per Computer randomisiert, d.h., die Materialien können nicht an Hand ihrer Reihenfolge auf den Ausdrucken zugeordnet werden und somit können die Schüler\*innen in das Ausschneiden einbezogen werden, wenn gewünscht. Auch lassen sich aus den gelben Zetteln nicht auf die blauen schließen, und umgekehrt. Es sind selbstverständlich weitere Lösungen als die hier aufgezeigten möglich und vor allem auch wünschenswert, da dies zu Gesprächen anregt und die vertiefte Interpretation von Bildern fördert.

[zurück zum Anfang](#)

#### Quellen

- Schnotz, W. (1995): Wissenserwerb mit Diagrammen und Texten. In: Issing, L. J., Klimsa, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim, 85-106.
- Stalder, F. (2016): Kultur der Digitalität. Berlin.