

Mit der ganzen Klasse ans Teleskop – auch ohne Schulsternwarte!

Ein Beobachtungsprojekt zu den Jupitermonden mit Hilfe der Planetariumssoftware **stellarium**

In Bezug auf »Aktuelles am Himmel: Sonnensystem / Die Planeten« in der Zeitschrift »Sterne und Weltraum« 10/2017, Zielgruppe: Mittelstufe bis Oberstufe, WIS-ID: 1377451

Dr. Daniel Ahrens

Beobachtungsaufgaben sind im Astronomieunterricht allenfalls im Bereich der elementaren Himmelskunde möglich – es sei denn, die Schule verfügt über ein Teleskop. Aber selbst dann wird es nicht gelingen, eine ganze Klasse teleskopbasiert arbeiten zu lassen. Anders jedoch, wenn man mit Hilfe von Software den Blick durchs Teleskop simuliert!

Der vorliegende WIS-Artikel formuliert **Beobachtungsaufgaben** (plus Tipps bzw. Hilfen) bezüglich Jupiter und seiner Monde im Allgemeinen und Io im Besonderen. Neben allgemeinen Aufgaben und der Problematik einer möglichst exakten Bestimmung der synodischen Umlaufzeit von Io beschäftigen sich die SuS auch mit der historischen Messung der Lichtgeschwindigkeit durch Römer 1676. Dabei wird zwar auch mit Stift und Papier gearbeitet, vor allem aber durchs virtuelle Teleskop geschaut.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Planeten, Kleinkörper	Jupiter, Jupitermonde, Io, Planetenkonstellationen: Opposition und Konjunktion, siderische und synodische Umlaufzeit
Physik	Optik	Aufbau, Funktionsweise eines Teleskops, Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit
Fächer- verknüpfung	Physik – Technik Physik – Informatik	Teleskopmontierungen Umgang mit Planetariums-Software, stellarium
Lehre allgemein	Unterrichtsmittel	Arbeitsblätter: Beobachtungsaufgaben plus Hilfen



Abbildung 1: Jupiter und einige seiner Monde. © stellarium

Inhalt

I. Vorbemerkungen

1. Didaktisch-methodische Vorüberlegungen: Beobachtungen mit dem Teleskop
2. Fachliche Vorüberlegungen: Die astronomische Methode von Olaf Römer zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

II. Ein Beobachtungsprojekt zu den Jupitermonden mit Hilfe der Planetariumssoftware stellarium

1. Die Möglichkeiten von stellarium als virtuelles Teleskop
2. Ein Projekt zu Jupiter und seinen Monden: Beobachtungsaufträge plus Hilfen/Tipps

III. Literaturhinweise / Materialien



Abbildung 2: Der Blick durch das Okular des virtuellen Teleskops auf Jupiter und einige seiner Monde. © stellarium

I. Vorbemerkungen

1. Didaktisch-methodische Vorüberlegungen: Beobachtungen mit dem Teleskop

Bereits der „unbewaffnete“ Blick an den Himmel ermöglicht eine Vielzahl astronomischer Erkenntnisse und soll an dieser Stelle keineswegs herabgewürdigt werden; im Gegenteil: er ist Grundlage und Voraussetzung für einen durch das Teleskop erweiterten Blick. Die Phänomene des Tag- und Nachthimmels sollten meines Erachtens zunächst unvoreingenommen und mit dem bloßen Auge erkundet werden. Wenn aber die SuS in die elementare, mit dem bloßen Auge zugängliche Himmelskunde eingeführt sind, macht der Blick durchs Teleskop sehr viel Sinn und ermöglicht das Kennenlernen einer höchst spannenden und völlig neuen Welt!

Das gilt nicht nur für die Individualgenese, vielmehr hat der Blick durchs Teleskop auch in der Genese des astronomischen Wissens eine ganz besondere Rolle gespielt. Ohne das Teleskop hätte Galileis experimentelles Genie niemals die revolutionären Früchte getragen, die zum Umsturz des geozentrischen Weltbilds geführt haben. Whitehead notiert: „Es kam mir oft der Gedanke, dass die Ruhe, mit der die Kirche Kopernikus aufnahm, und ihre wilde Feindschaft gegen Galilei nur in den Verheerungen, die das Teleskop an den heiligen Lehren vom Himmel anrichtete, eine Erklärung finden könne.“¹

Schade also, dass fast alle SuS die Schule verlassen, ohne jemals durch ein Teleskop an den Himmel geschaut zu haben. Nur die wenigsten Schulen verfügen über ein Teleskop und das nötige Know-How auf Lehrer(innen)seite, es auch aktiv zu nutzen. Die notwendigen abendlich-nächtlichen Treffen reimen sich im Übrigen nicht unbedingt mit der zunehmenden Belastung des Lehrer(innen)berufs. Fakt ist, dass teleskopbasierte Beobachtungen nur einem winzigen Bruchteil unserer SuS vorbehalten bleiben, in der Regel im Rahmen von AGs oder Wettbewerbsbeiträgen. Die breite Masse unserer SuS erhält diese Chance jedenfalls nicht.

Der vorliegende Artikel will Werbung dafür machen, den Blick durchs Teleskop nicht zu lassen, sondern zu simulieren und damit allen(!) SuS zu ermöglichen. Die Simulation vor dem PC ist zugegebenermaßen sehr viel weniger als der echte Blick durchs Fernrohr, aber unendlich viel mehr als niemals hindurchgeschaut zu haben.

2. Fachliche Vorüberlegungen: Die astronomische Methode von Olaf Römer zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

Neben der grundlegenden Beobachtung von Jupiter und seinen Monden soll im Rahmen des vorgeschlagenen Projektes versucht werden, die Methode zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit durch Olaf Römer im 17. Jahrhundert nicht nur nachzuvollziehen, sondern beobachtend und messend in seine Fußstapfen zu treten. In den meisten Physiklehrbüchern der Schule findet man Hinweise auf diese Methode, gilt Römer doch als derjenige, der als erster einen Wert für c gemessen hat. Auf dem Papier in Form einer knappen Skizze leuchtet diese Methode rasch ein, besonders lehrreich wird es aber, wenn man sich mit der praktischen Durchführung und vor allem den dabei entstehenden Schwierigkeiten auseinandersetzt.

In der Zeitschrift *Astronomie + Raumfahrt* beschreiben Backhaus/Nolte/Oswald-Wambach, wie eine Gruppe aus Schüler(inne)n, Lehrer(inne)n, Amateurastronom(inne)n und Studierenden über drei Jahre(!) hinweg die Bewegungen der Jupitermonde und insbesondere die Verfinsterungen des innersten Mondes Io beobachtet und dabei versucht, die Messungen Römers nachzuvollziehen.² Die Ergebnisse waren nicht schlecht, aber doch ernüchternd, so dass außer dem Respekt vor der Leistung Römers vor allem die Erkenntnis blieb, dass bei diesen Beobachtungen und ihrer Auswertung sehr viel gelernt werden kann.

¹ Whitehead (1949): Die erste physikalische Synthese. In: Philosophie und Mathematik. Wien, S. 95.

² Backhaus/Nolte/Oswald-Wambach: Io-Verfinsterungen und die Astronomische Einheit. In: *Astronomie + Raumfahrt* 45 (2008) 2. S. 34.

Diese Lernchancen möchte der vorliegende WIS-Artikel erstens auch Schulen ermöglichen, die nicht über ein Teleskop verfügen, zweitens die Messungen in einen realistischen Zeitrahmen einbetten und drittens *alle* SuS einer Klasse einbeziehen statt nur die wenigen, die gegebenenfalls an einer Astro-AG teilnehmen. Diese große Chance bietet die Software *stellarium*, die einen fast realistischen Blick an den Himmel ermöglicht – und das für jede(n)!

II. Ein Beobachtungsprojekt zu den Jupitermonden mit Hilfe der Planetariumssoftware *stellarium*

1. Die Möglichkeiten von *stellarium* als virtuelles Teleskop

Stellarium ist ein kostenloses, quelloffenes Planetarium für den Computer und zwar für alle gängigen Betriebssysteme: Windows, Linux und MacOS. Neuerdings ist mit *Stellarium Mobile* auch eine Version für Android- und Windows-Smartphones erhältlich. „Die Software zeigt einen realistischen 3D-Himmel, so wie man ihn mit bloßem Auge, Fernglas oder Teleskop sehen kann“³ und ist intuitiv leicht zu bedienen. Hinzu kommt, dass viele Himmelsobjekte wie Mond, Planeten, Nebel und Galaxien als hochaufgelöste Fotografien in den Himmelsblick eingearbeitet sind, so dass man bei starker Vergrößerung tatsächlich das Gefühl hat, durch ein gigantisches Teleskop zu blicken. Damit ist *stellarium* für das hier vorgeschlagene Anliegen besonders geeignet, denn man sieht Jupiter und seine Monde praktisch fotorealistisch und in korrekten Größen- und Entfernungsverhältnissen. Selbst die Eigendrehung des Jupiters ist (mit korrekter Winkelgeschwindigkeit!) „beobachtbar“ (vgl. Aufgabe 2).

So simuliert *stellarium* tatsächlich eindrucksvoll einen realistischen Blick durchs Teleskop an den Himmel und ermöglicht SuS Beobachtungen, die sonst nur unter sehr großem Aufwand oder eben gar nicht möglich wären. Gleichzeitig erlaubt die Software Manipulationen, die in der Realität so nicht machbar sind, aber die Beobachtungen sehr erleichtern. So lässt sich der Zeitablauf beschleunigen, anhalten oder umkehren; auch lässt sich die eine oder andere Schwierigkeit des Beobachtens durch echte Teleskope reduzieren, wie z.B. Lichtverschmutzung, Nachführungsprobleme, Luftunruhe. Will man es sich besonders leicht machen, kann man durch Drücken der Tasten <A> (Atmosphäre) und <G> (Boden) den Boden und das blaue Leuchten des Taghimmels verschwinden lassen, so dass man nicht nur nachts und wenn Jupiter sich über dem Horizont befindet, sondern durchgängig, also täglich 24 Stunden lang, Jupiter „beobachten“ kann. Hier werden die didaktischen Chancen von Simulationen überdeutlich. Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung sind also auch reichlich vorhanden.

2. Ein Projekt zu Jupiter und seinen Monden: Beobachtungsaufträge plus Hilfen / Tipps

Dem vorliegenden Artikel liegen **14 Aufgaben** bei, die sich, aufeinander aufbauend und im Schwierigkeitsgrad ansteigend, mit der Beobachtung von Jupiter und seinen Monden beschäftigen. In der Regel handelt es sich um Beobachtungsaufträge am (virtuellen) Teleskop, die geplant, durchgeführt und ausgewertet werden sollen. Dabei wird wenig vorausgesetzt. Begriffe wie *Opposition*, *Konjunktion*, *synodische Umlaufdauer* werden in den Aufgabenstellungen so verwendet, dass sie auch im Rahmen des Projekts recherchiert und erarbeitet werden können. Falls sie bereits bekannt sind, ist das natürlich kein Nachteil.

Eine ambitionierte Klasse kann die Aufgaben meines Erachtens im Rahmen von einem oder zwei Projekttagen bearbeiten, jedenfalls dann, wenn der Umgang mit *stellarium* bereits einigermaßen vertraut ist. Wenn man vertieft arbeiten möchte und gegebenenfalls noch Sachverhalte bzw. methodische Aspekte ergänzt, ist auch die Nutzung einer ganzen Projektwoche denkbar. Natürlich lassen sich auch einzelne Aufgaben zu Hause erledigen, was die Bearbeitungszeit in der Schule verringert. Womöglich macht dieses Projekt sogar im Rahmen des Flipped-Classroom- bzw. Inverted-Classroom-Ansatzes

³ <http://www.stellarium.org/de/>

Sinn.⁴ Dann würden alle Aufgaben zu Hause bearbeitet und während der Unterrichtszeit von Lehrer(innen)seite vor allem Hilfen und Unterstützung gewährt.

Zu den meisten Aufgaben wurden zusätzliche Hilfen entwickelt, die man entweder bereits mit den Aufgaben ausgibt oder auf Nachfrage bereithält. Bei einzelnen Aufgaben wurden gestufte Hilfen formuliert, die man dann sinnvollerweise nicht alle gleichzeitig, sondern nacheinander ausgeben sollte. Die Aufgaben und insbesondere die Hilfen sind gegebenenfalls an die Lerngruppe anzupassen!

III. Literaturhinweise / Materialien

- Backhaus/Nolte/Oswald-Wambach: Io-Verfinsterungen und die Astronomische Einheit. In: *Astronomie + Raumfahrt* 45 (2008) 2. S. 34 ff.
- Schultz: *Astronomie mit Tabellenkalkulation – Sechter Teil: Die Lichtgeschwindigkeit nach Olaf Römer*. In: *Astronomie + Raumfahrt* 49 (2012) 1. S. 35 ff.
- Schultz: Ergänzung / Fortsetzung des Artikels „Die Lichtgeschwindigkeit nach Olaf Römer“ in der Zeitschrift *Astronomie + Raumfahrt* 49 (2012) 1: Download unter:
https://www.physik.uni-siegen.de/didaktik/materialien_offen/excel/lichtgeschwindigkeit_nach_roemer_-_ergaenzung.docx
- Van Helden: Roemer's speed of light:
<https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwisrLqyv4jWAhXSJFAKHQwNCVgQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fadsabs.harvard.edu%2Ffull%2F1983JHA....14..137V&usq=AFQjCNEeRyTkMFx5ZCQ1L6J2eAk0vDiljA>

Grundlegendes zu den Jupitermonden und ihren Bedeckungen/Verfinsterungen:

<http://www.waa.at/apo/jumo/main.html>

<https://www.calsky.com/cs.cgi>

Angabe der Oppositionszeitpunkte Jupiters:

<http://www.ianridpath.com/jupiter.htm>

⁴ https://www.e-teaching.org/lehrszenarien/vorlesung/inverted_classroom