



Astrophysik im Schulunterricht

– Die Physik fremder Welten –

MARKUS RITTICH

MARKUS.RITTICH@STUD.SBG.AC.AT

Zusammenfassung

Die Zusammenhänge und die Unendlichkeit des Weltalls sind für viele Schüler und Schülerinnen faszinierend und unbegreiflich. Dementsprechend wichtig ist es in der Schule, dieses Interesse zu fördern. Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die Situation von Astrophysik in Schulen. Ich nenne Gründe für eine sinnvolle Eingliederung eines eigenen Faches "Astronomie" und mache Vorschläge für eine Jahresplanung in unterschiedlichen Schulstufen. Zuletzt sollen praktische Umsetzungen astrophysikalischer Beispiele, die in Unterrichtseinheiten eingesetzt werden können, vorgestellt werden.

1 Warum Astrophysik im Schulunterricht?

Die ständige Weiterentwicklung des Wissens und des naturwissenschaftlichen Verständnisses hat einen immensen Einfluss auf die Gesellschaft. Die Weitergabe dieses Wissens muss integraler Bestandteil wissenschaftlicher Forschung sein. Daher sollte die Realisierung eines solchen Lehrauftrages so früh wie möglich und in angemessenem Volumen stattfinden. Ich spreche mich daher klar dafür aus, Astronomie in der Schule zu unterrichten bzw. Elemente und Phänomene aus der Astrophysik in den Unterricht einzubauen.

Die Erkenntnisse, die im Bereich "Astronomie" und "Stellung der Erde im Weltall" in den letzten fünfhundert Jahren (Kopernikanische Wende) gemacht wurden, sind bahnbrechend und haben unser Weltbild mehrmals über den Haufen geworfen. Und wir sind noch immer nicht an dem Punkt, an dem wir sagen könnten, die Entstehung des Weltalls oder sogar unserer Erde vollständig verstanden zu haben. Genauso muss aber gesagt werden, dass unser Wissen über viele Aspekte der Entstehung des Universums sowie die Größe und Zusammensetzung des Weltalls bereits bekannt sind. In der Schule und im Unterricht ist es daher wichtig, zwischen Wissen und Vermutungen zu unterscheiden. Dabei gibt es eine Menge guter Gründe, Astronomie in den Physikunterricht durchzunehmen (*Rath*¹; *Berkefeld*, 2006):

- Der Wissensstand in der breiten Öffentlichkeit ist beunruhigend gering.
- Die Berichterstattung in Medien und auf sozialen Foren ist dafür relativ hoch.

- Es ist eines der aktivsten und aktuellsten Forschungsgebiete (*Rosetta* und *Philae*, Mars-Rover, Suche nach Dunkler Energie/Masse am CERN).

Ein Beispiel: Menschen fürchteten sich heutzutage nicht mehr vor einer Sonnenfinsternis, da dieses Phänomen in den Medien und sozialen Netzwerken lang und breit erklärt wird. Ganz im Gegenteil noch vor fünfhundert Jahren, als ein solches Ereignis als Strafe Gottes, Weltuntergang oder zumindest böses Omen gedeutet wurde und die korrekte Vorhersage einer Sonnenfinsternis mit Hexerei und übernatürlichen Kräften erklärt wurde. Der Sinn von Schule soll es sein, junge Menschen möglichst früh auf die Welt und ihre Wege vorzubereiten, um Aberglaube und Leichtgläubigkeit zu verhindern. Wenn man dieses Ziel und die Lehrpläne der anderen Pflichtgegenstände in Hinblick auf das Thema Astronomie betrachtet, stellt sich die Frage: Wer, wenn nicht die Physik-LehrerInnen!? Es gibt und gab Länder, an denen Astronomie als Unterrichtsgegenstand gelehrt wurde, allen voran Deutschland, Russland, Griechenland oder die Ukraine (vgl. *Mirna*, 2012). Aber nicht immer muss Astronomie in isolierten Unterrichtseinheiten gelehrt werden: Ein großer Vorteil der Astrophysik ist die Diversität an einzelnen Teilgebieten (Mechanik, Optik, Relativitätstheorie, Thermodynamik etc.), die in dieser Wissenschaft von Nöten sind, um verstanden zu werden. So kann im Unterricht mit guten Beispielen nicht nur immer wieder auf die Astrophysik verwiesen werden, es gestattet uns Lehrern auch, vernetztes Wissen zu vermitteln und in Experimenten anzuwenden. Die Beschäftigung mit Astronomie kann und muss aber nicht das Lieblingsthema jedes Physik-Lehrers/jeder Physik-Lehrerein sein.

¹ <http://www.brgkepler.at/~rath/astronomie/>; besucht am 22.01.2015

Mein Plädoyer ist es daher, den Physik-Unterricht mit astrophysikalischen Beispielen zu bereichern, den regulären Physik-Unterricht aber nicht zu behindern.

2 Was besagt der Lehrplan?

Im Folgenden soll überprüft werden, ob und wie sich das Thema Astronomie in den Lehrplan des Bundesministeriums für Bildung und Frauen (BMBF) einbinden lässt. Alle Angaben beziehen sich dabei auf die Lehrpläne der AHS Unter- und Oberstufe Physik.

2.1 Bildungs- und Lehraufgabe

Die Bildungs- und Lehraufgabe der Unterstufe AHS besagt, dass "[...] der Physikunterricht den Schülerinnen und Schülern in Verbindung mit anderen Unterrichtsgegenständen die Vielschichtigkeit des Umweltbegriffs bewusst zu machen" hat. Besonderer Wert wird weiters auf die "Anwendung physikalischer Aussagen bei der Interpretation philosophischer und religiöser Erklärungsversuche über den Ursprung und die Entwicklung des Universums" gelegt (BMBFa, 2015). Speziell sollen SchülerInnen einen Einblick in die Bedeutung technischer Entwicklungen für Gesellschaft und Umwelt gewinnen (vgl. BMBFa, 2015).

Auch in der Oberstufe sieht die Bildungsaufgabe vor, den SchülerInnen "die Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse" zu vermitteln. Außerdem sollen SchülerInnen "die Bedeutung neuer Sichtweisen bei anstehenden Problemen (Paradigmenwechsel) sowie die Physik als schöpferische Leistung der Menschheit und damit als Kulturgut erkennen" (BMBFb, 2015). Dies lässt sich in der Astrophysik sehr leicht durch einen geschichtlichen Abriss der Entwicklung von Weltbildern (Geozentrisch -> heliozentrisch; Erde als Scheibe -> Kugelform der Erde) vermitteln.

Wie immer in der Bildungs- und Lehraufgabe ist es einem selbst freigestellt, welche speziellen Themen nur gestreift und vertieft werden. Astrophysik kann aber als gutes Beispiel für viele Phänomene angeführt werden und Bezüge zur Astrophysik sollten somit zumindest in regelmäßigen Abständen erwähnt werden (s.o.).

2.2 Kernbereich des Lehrstoffes

Im Kernbereich des Lehrstoffes für die Unterstufe findet sich der Absatz "Gekrümmte Wege auf der Erde und im Weltall" für die 4. Klasse (BMBFa, 2015). Hier soll es vor allem um die Zentripetalkraft und ihre Auswirkungen auf Planeten und ihre Anwendung für Satelliten gehen. Auch der Begriff der Gravitation soll hier

eingeführt werden (vgl. BMBFa, 2015). Schon hier kann ich den SchülerInnen mit einigen sehr guten Experimenten und/oder Spielen helfen, diese Zusammenhänge zu verstehen. Dabei kommt es nicht darauf an, ganze Wochen mit dem Thema zu verbringen, sondern gezielt und punktuell Unterrichtsziele zu setzen.

In der Oberstufe soll laut Lehrstoff speziell das "Verständnis für Vorgänge, beispielsweise im Verkehrsgeschehen oder bei den Planetenbewegungen" mit Hilfe der bekannten Bewegungslehre entwickelt und vertieft werden (5. und 6. Klasse). In der 7. und 8. Klasse sollen moderne und möglichst aktuelle Themen der Physik durchgenommen werden. Da auch hier die Astrophysik einige spannende Fragen aufwirft, Antworten liefert und bahnbrechende Experimente durchführt (s.o.), bietet es sich auch in diesen Schulstufen wieder an, Astronomie zumindest in Teilen in den Unterricht einzubinden.

Insgesamt kann gesagt werden, dass Astronomie und die Einbindung astronomischer Phänomene durch die Bildungspolitik nicht gerade unterstützt und gefördert wird. Es bleibt einem als Lehrer also selbst überlassen, ob und in welchem Umfang Beispiele aus der Astrophysik gebracht werden. Trotz aller Vorteile, die solch eine freie Auswahl der konkreten Themen mit sich bringt, würde ich mir im Sinne einer Einheitlichkeit des zu vermittelnden Wissens, eine stärkere Regelung seitens der Politik wünschen.

3 Astrophysik im Schulunterricht - Was ist und was könnte sein?

Wenn Astrophysik so gut in den Unterricht integriert werden kann, wie ich oben behauptet habe, wie sieht es dann tatsächlich in den Schulen aus? Berkefeld hat 2006 in einer Umfrage mit sieben Physik-LehrerInnen in Braunschweig (Deutschland) gezeigt, dass Themen wie "Gravitation", "Planeten und ihre Eigenschaften" und "Kometen und Meteore" überhaupt nicht in den Unterricht eingebunden werden, während die Themen "Energiequellen (Sonne)", "Lichtquellen und -ausbreitung" und "Masse/Gewicht am Beispiel Mond" beinahe schon zu den Paradebeispielen im Physikunterricht gehören (Berkefeld, 2006). Dies zeigt wiederum, dass es nicht immer notwendig ist, auf die Astronomie zu verweisen, da manche Dinge mit anderen Erklärungen für SchülerInnen besser greifbar sind.

Sarah Mirna hat 2012 in ihrer Diplomarbeit einen sehr schönen Versuch zur Integration des Schulfaches Astrophysik in den Schulunterricht unternommen (*Mirna, 2012*):

Sie geht dabei von einem Themenkatalog aus, den sie Schwerpunkt- und Stundenmäßig an verschiedene Schulstufen anpasst. Die Tabelle (Tab. 2) zeigt die Themen, die laut Mirna in einem Unterrichtsfach Astronomie durchgenommen werden sollen.

Mithilfe dieser Tabelle können nun verschiedene Modelle für eine Integration des Faches in den Schulbetrieb angedacht werden, die alle Vor- und Nachteile besitzen:

Astronomie in der 8. Schulstufe:

Könnte man das Schulfach Astrophysik bereits in der 8. Schulstufe integrieren, so könnte man damit rund 97% aller Jugendlichen (Stand: 2010/2011) eine grundlegende Ausbildung in Astronomie lehren. Da die 8. Schulstufe in Österreich für alle SchülerInnen verpflichtend ist, könnte so eine umfassende und grundlegende Ausbildung und Einsicht in wissenschaftliche Denkmuster und Vernetzung von Wissen stattfinden. Das Problem dabei: In der 8. Schulstufe fehlt den meisten SchülerInnen vermutlich der mathematische und chemische Background, den höhere Klassenstufen besitzen, wodurch wohl eher phänomenologisch gearbeitet werden und auf eine Mathematisierung und Komplexität verzichtet werden sollte. Dies steht dem Gedanken der Vernetzung allerdings wieder diametral gegenüber.

Eine konkrete Unterrichtsplanung für die 8. Schulstufe kann nach Mirna etwa folgendermaßen aussehen (Tab. 1): Ausgehend von 40 Wochenstunden (eine Einheit/Woche, 4 Einheiten für Test und Nachbesprechung) sollte der Unterricht auf Phänomene aus dem Alltag beschränkt werden. Dementsprechend liegt der Fokus auf der Beschreibung und Erklärung der täglich und jährlich beobachtbaren Rhythmen.

Schwerpunktsetzung	Stunden
1. Orientierung am Himmel	6
2. Das Sonnensystem	15
3. Sterne	6
5. Das Weltall und seine Strukturen	5
6. Geschichte der Astronomie	4

Tab. 1: Mögliche Schwerpunktsetzung und Stundenausmaß eines eigenen Faches Astronomie in der 8. Schulstufe (verändert nach: *Mirna, 2012*)

Schwerpunktsetzung	Lehrziele
1. Orientierung am Himmel	<ul style="list-style-type: none"> Scheinbare Himmelskugel und die wichtigsten Sternbilder Unterschied zwischen scheinbarer und wahrer Bewegung kennen Erwerb grundlegender Fähigkeiten im Umgang mit der drehbaren Sternkarte
2. Das Sonnensystem	<ul style="list-style-type: none"> Sonnensystem und seine Zusammensetzung Zustandekommen von Sonnen- und Mondfinsternissen Himmelsmechanik (drei Keplersche Gesetze und Newtonsches Gravitationsgesetz)
3. Sterne	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau und Zusammensetzung der Sonne und anderer Sterne Energieerzeugung in Sternen Entwicklungsstadien der Sterne
4. Grundzüge der Himmelsmechanik	<ul style="list-style-type: none"> Himmelsmechanik (drei Keplersche Gesetze und das Newtonsches Gravitationsgesetz), Anwendungen und einfache Rechnungen zu den Gesetzen Zweikörper- und Mehrkörperproblem und Approximation am Computer Ellipsengleichung, Perihel, Aphel Fluchtgeschwindigkeit, Kreisbahngeschwindigkeit Berechnungen und grafische Darstellungen des Gravitationspotentials der acht Planeten und unserer Sonne
5. Das Weltall und seine Strukturen	<ul style="list-style-type: none"> Milchstraße und andere Galaxien Urknalltheorie
6. Geschichte der Astronomie	<ul style="list-style-type: none"> Kalenderanlagen und ihre Nutzung (Babylon, Ägypter, Mayas, etc.) Astronomie und die Seefahrt Moderne Astronomie und Physik
7. Der Mensch und die Raumfahrt	<ul style="list-style-type: none"> Geschichte der Raumfahrt, eventuell unterstützt durch Filme und Dokumentationen. Raumfahrt heute und ihr Nutzen für die moderne Zivilisation Swing-by Manöver

Tab. 2: Mögliche Schwerpunktsetzung und Lehrziele eines eigenen Faches Astronomie an Schulen (verändert nach: *Mirna, 2012*)

Astronomie in der 9. Schulstufe:

Da ab der 9. Schulstufe keine Schulpflicht mehr besteht, kommt noch ein Bruchteil der Jugendlichen in den Genuss einer astronomischen Ausbildung. Ein weiterer entscheidender Faktor ist die äußere Differenzierung verschiedener Schultypen in unterschiedliche Schwerpunkte (Berufsbildend, HAK/HASCH, PÄDAK), die einer Implementierung des Faches im Wege steht. In konkreten Zahlen ausgedrückt heißt dies, dass nur mehr etwa 67% aller Jugendlichen (Stand: 2010/2011) das Unterrichtsfach Astronomie besuchen würden, wenn ein solcher Unterricht erst in der 9. Schulstufe vorgesehen wäre. Nichtsdestotrotz sollte der Unterricht an die Schulstufe angepasst werden (Tab. 3). Der Fokus liegt hier eher auf den chemisch-physikalischen Eigenschaften der Sterne und Planeten, was einen vernetzenden Unterricht mit Chemie und Physik ermöglicht.

Schwerpunktsetzung	Stunden
1. Orientierung am Himmel	5
2. Das Sonnensystem	8
3. Sterne	10
5. Das Weltall und seine Strukturen	8
6. Geschichte der Astronomie	5

Tab. 3: Mögliche Schwerpunktsetzung und Stundenausmaß eines eigenen Faches Astronomie in der 9. Schulstufe (verändert nach: *Mirna, 2012*)

Astronomie als Wahlfach/Wahlmodul:

Angedacht ab der 10. Schulstufe, könnte Astronomie auch als Wahlfach oder Wahlmodul angeboten werden. Da viele Schulen den Versuch eines Modulsystems erproben, ist diese Variante sicherlich zukunftsorientiert und bietet außerdem die Möglichkeiten, das Fach mehrere Stunden pro Schulstufe bzw. über mehrere Schulstufen hinweg zu lehren. Außerdem kann man ab der 10. Schulstufe schon von einem wesentlich breiteren Vorwissen der SchülerInnen ausgehen und auch die Vernetzung mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern sollte leichter von Statten gehen. Der große Nachteil: Da das Fach hier nur als *Wahlfach* zur Verfügung steht, wird nur mehr ein kleiner Prozentsatz aller SchülerInnen ab der 10. Schulstufe dieses Angebot in Anspruch nehmen. Mirna geht dabei ausgehend von zwei Schulen in Wien, die dieses Modulsystem anbieten, von einer vorsichtigen österreichweiten Schätzung von etwa 0,2% aller Jugendlichen (Stand: 2010/2011) aus, die man so mit Astronomie erreichen könnte. Da in diesem Modell allerdings sehr viel mehr Stunden zur Verfügung stehen, können die Themen ei-

nerseits genauer durchgenommen werden und andererseits kann ein viel weiteres Spektrum an Themen angeboten werden (Tab. 4). Eine modellhafte Schwerpunktsetzung könnte ausgehend von etwa 80 zur Verfügung stehenden Unterrichtseinheiten folgendermaßen aussehen:

Schwerpunktsetzung	Stunden
1. Orientierung am Himmel	4
2. Das Sonnensystem	8
3. Sterne	14
4. Grundzüge der Himmelsmechanik	18
5. Das Weltall und seine Strukturen	16
6. Geschichte der Astronomie	6
7. Der Mensch und die Raumfahrt	10

Tab. 4: Mögliche Schwerpunktsetzung und Stundenausmaß eines eigenen Faches Astronomie in der 9. Schulstufe (verändert nach: *Mirna, 2012*)

Allein anhand dieser einfachen und vielleicht nur groben Einteilung sieht man, dass eine Implementierung des Faches in den Schulbetrieb keine Herausforderung darstellt und sehr anpassungsfähig ist. Ich persönlich spreche mich für das zweite Modell aus (Schulfach Astronomie ab der 9. Schulstufe), da ich hier einen guten Kompromiss zwischen Erreichbarkeit für SchülerInnen und Wissensvermittlung machen kann.

4 Unterrichtsideen

Nachdem nun eine mögliche Eingliederung des Schulfaches diskutiert wurde, möchte ich im Folgenden kreative Unterrichtsideen präsentieren, die einen abwechslungsreichen Unterricht ermöglichen und möglichst alle SchülerInnen begeistern sollen. Dabei ist es keinesfalls notwendig eine ganze Unterrichtseinheit für das Thema zu verwenden: Astronomie und Astrophysik eignen sich meiner Meinung nach hervorragend, um als Beispiel in vielen Gebieten der Physik genannt zu werden. Daher sind die aufgezählten Unterrichtsideen als Ergänzung eines Unterrichts zu verstehen, die aber jedenfalls nach Belieben zu einer ganzen Stunde ausgeweitet werden können.

4.1 Warum ist es nachts finster?

Die trivial erscheinende Frage beschäftigte bereits Johannes Kepler (*Kepler, 1610*) und wurde von Heinrich Wilhelm Olbers im Jahre 1823 formuliert (vgl. *Schilling, 1894*): Wenn wir bestimmte und gut begründete Annahmen über die Zusammensetzung und den Aufbau des Universums treffen, sollte es nämlich eben nicht finster sein! Wenn man davon ausgeht, dass alle

Sterne im Universum homogen verteilt sind (eine durchaus vernünftige Annahme) und wenn wir uns die unglaubliche Anzahl an Sternen vor Augen führen geschätzte 70 Trilliarden sichtbare Sterne, sollten wir eigentlich, egal wo wir in den nächtlichen Himmel schauen, Sterne sehen. Dies hätte zur Konsequenz, dass die Leere des Universums, die wir als schwarzen Hintergrund sehen, für uns nicht zu sehen wäre, es also auch in der Nacht taghell ist. Die Erklärung liegt im Alter des Universums. Nach neuesten Schätzungen ist das Universum 13,8 Mrd. Jahre (vgl. *Planck Collaboration et al., 2013*), die Erde etwa 4,5 Mrd. Jahre (vgl. *Perryman, 2011*) alt, die durchschnittliche Entfernung zwischen unserer und anderer Galaxien beträgt allerdings 10^{23} Jahre. Das Licht kann diese Distanz in der vergangenen Zeit einfach nicht zurücklegen, daher sehen wir das Licht dieser fernen Sterne nicht am Nachthimmel. Dies hat zum Beispiel zur Konsequenz, dass wir nahe, jüngere Sterne sehen können, während uns das Licht vielleicht bereits erloschen Sterne noch immer nicht erreicht hat (Abb. 1).

Durch solch eine Fragestellung und deren Beantwortung kann das Bewusstsein unserer Stellung im Universum gefördert werden. Außerdem kann damit problemorientiert ein Einblick in die Größen- und Altersverhältnisse des Universums gegeben werden.

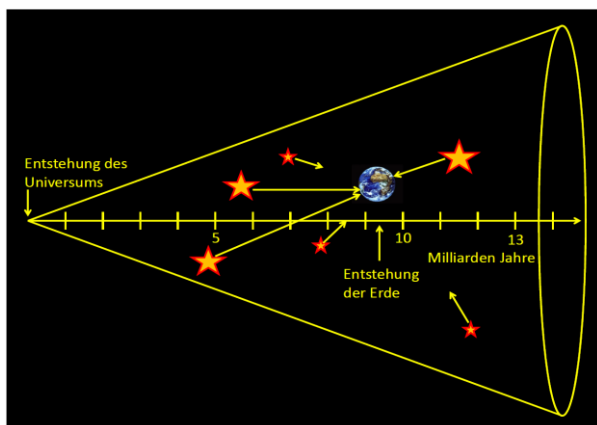


Abb. 1: Das Licht naher Sterne (in der Abbildung: große Sterne) erreicht die Erde, während das Licht ferner Sterne (in der Abbildung: kleine Sterne) uns noch immer nicht erreicht hat, selbst, wenn sie vor der Erde entstanden sind.

4.2 Klassenfahrt

Verschiedene Planetarien und Sternwarten in ganz Österreich bieten ein attraktives Angebot für SchülerInnen aller Altersstufen, Astronomie praktisch zu erfahren. Verschiedene Museen haben auch eine große Astronomie-Ausstellung, die sich für einen Ausflug eignen würde. Aus Gründen der Übersicht sollen hier nur die wichtigsten und größten Sternwarten aufgezählt werden:

- Sternwarte/Planetarium Wien
 - <http://www.planetarium-wien.at/>
- Volkssternwarte und Planetarium Königsleiten
 - <http://www.sternwarte-koenigsleiten.com/>
- Planetarium Klagenfurt
 - <http://www.planetarium-klagenfurt.at/>
- Haus der Natur Salzburg
 - <http://www.hausdernatur.at/aktuelles.html>
- Planetarium Judenburg
 - <http://www.stadtturm.at/>

In der Praxis ist darauf zu achten, dass der Besuch nicht zum Selbstzweck wird: Bei allem Spaß, den solch eine Klassenfahrt mit sich bringt, soll die Exkursion jedenfalls einen Erkenntnisgewinn bringen und muss daher didaktisch sinnvoll vorbereitet und nachbearbeitet werden. Die Vorteile einer Klassenfahrt liegen auf der Hand: Der Ortswechsel, raus aus dem Klassenzimmer, zeigt den SchülerInnen, dass die Physik etwas Lebendiges ist, das sie hautnah erleben können. Quasi "nebenbei" wird dabei noch der Bewegungsdrang der SchülerInnen gestillt. Oftmals sind Planetarien auch viel besser ausgestattet als Schulen und können das Thema viel genauer darstellen und erklären als dies in der Schule möglich ist. Nicht zuletzt kann so der Besuch eines Planetariums auch im Zuge einer Exkursion als "Zuckerl" angeboten werden, zum Beispiel im Zuge einer "Wien-Woche", wie dies in vielen Schulen der Fall ist. Dies würde ebenso die Kosten und Organisation für den Ausflug reduzieren, da der Besuch einer Sternwarte in die Planung integriert werden kann und nicht extra geplant und bezahlt werden muss.

Stern/Planet	Entfernung zur Sonne [AE]	Durchmesser [AE]	Entfernung zur Sonne am Plakat [m]	Durchmesser am Plakat [cm]
Sonne	-	0,00927790	-	46,3995
Merkur	0,387	0,00003235	19,35	0,1627
Venus	0,723	0,00008069	36,15	0,4035
Erde	1	0,00008504	50	0,4252
Mars	1,524	0,00004528	76,2	0,2264
Jupiter	5,203	0,00095323	260,15	4,7661
Saturn	9,58	0,00080356	479	4,0178
Uranus	19,201	0,00034079	960,05	1,7040
Neptun	30,047	0,00033019	1502,35	1,6500

Tab. 5: Umrechnung der Planeten-Durchmesser und Entfernung der Planeten zur Sonne im Maßstab 1:50 [AE:m]

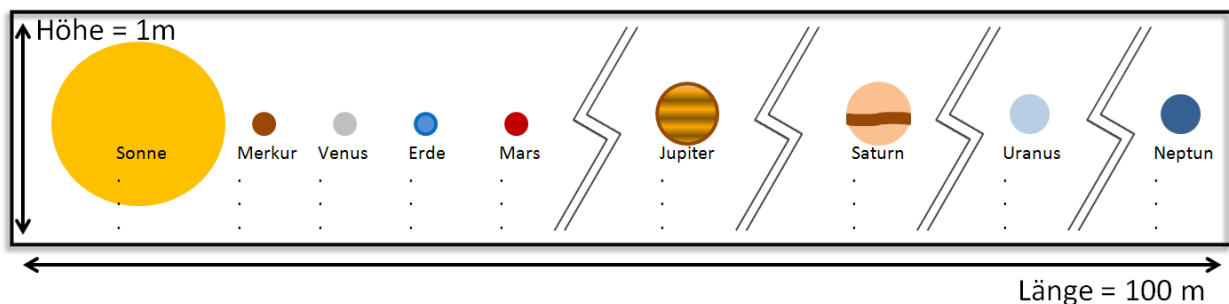


Abb. 2: Das Planetenplakat zeigt die 4 inneren Planeten in richtigen Größen- und Distanzverhältnissen. Die vier äußeren Planeten müssen als Stauchung dargestellt werden.

4.3 Planeten-Plakat

Dieses Projekt ist als Gruppenunterricht gedacht. Die SchülerInnen sollen unter Anleitung ein Plakat erstellen, das die Größen und Distanzen der Planeten des Sonnensystems in Relation setzt: 2er-Gruppen erstellen zu jedem der neun Planeten und zur Sonne eine Info-Box mit den wichtigsten Daten (Masse, Zusammensetzung, etc.) und fertigen eine Zeichnung des Himmelskörpers an. Diese Zeichnung soll natürlich im richtigen Maßstab zu den übrigen Planeten erstellt werden und in richtiger Distanz am Plakat positioniert werden. Hier tritt die größte Herausforderung auf: Der kleinste Planet unseres Sonnensystems, Merkur, hat einen Durchmesser von 4879 km, die größte Distanz, Sonne - Neptun beträgt allerdings $4,5 \cdot 10^{10}$ km! Ist der Maßstab also zu klein, sodass die größte Distanz gut auf einem Plakat dargestellt werden kann, so wäre Merkur am Plakat nur wenige μm groß. Will man andererseits den Merkur mit nur 1 cm Durchmesser darstellen, so müsste das Plakat mindestens 15 km lang sein (siehe Tab. 5). Als Kompromiss würde ich vorschlagen, nur die inneren Planeten des Sonnensystems in tatsächlichem Maßstab darzustellen, mit einem Mer-

kur-Durchmesser von etwa 0,1 cm. Dies entspricht einem Maßstab von: 1 AE (Astronomische Einheit) \equiv 50 m. Das Plakat wird dann immer noch 100 m lang und die 4 äußeren Planeten müssen dann in räumlicher Stauchung dargestellt werden (siehe Abb. 2).

Dieses Projekt dient den SchülerInnen vor allem um die unglaublichen Größenverhältnisse unseres Sonnensystems zu begreifen. Weiters haben die SchülerInnen der Klasse eine Zusammenfassung der wichtigsten Eigenschaften von Planeten. Außerdem ist das Projekt öffentlichkeitswirksam, da man das Plakat außerhalb des Klassenzimmers aufhängen und eventuell sogar präsentieren sollte (100 m plakatierbare Wand zu finden ist auch eine Herausforderung!). Nicht zuletzt ist das Produkt der eigenen Arbeit für die SchülerInnen jederzeit sichtbar.

4.4 SchülerInnen-Zeitschrift

Die SchülerInnen sollen Beiträge liefern, die in einer Zeitschrift zusammengefasst und in der Schule veröffentlicht werden. Dabei soll es sich um Schulstufen-übergreifende Beiträge handeln. Als Lehrer sollte man also mehrere Schulstufen betreuen. Die Beiträge selbst können in unterschiedliche Rubriken unterteilt werden:

Aktuelles aus der Physik: Vom Thema her kann es sich um alle Bereiche der Physik drehen, und damit natürlich auch um die Astronomie. Zum Beispiel aktuelle Ergebnisse/Fragen der Astronomie (aus anderen wissenschaftlichen Zeitschriften), die von SchülerInnen für SchülerInnen nochmal zusammengefasst und erklärt werden.

Unser Unterricht: Hier sollen SchülerInnen berichten, was im Unterricht durchgenommen wurde, was interessant war. Eventuell können hier auch Experimente, die im Unterricht durchgenommen wurden, dargestellt werden oder Versuche, die die SchülerInnen selbst durchgeführt haben, zusammen mit den Ergebnissen des Versuchs "veröffentlicht" werden.

Witz- und Rätselseiten: Zur Auflockerung der Zeitung und um Interesse und Motivation zu erhöhen können in dieser Rubrik Rätsel, Witze oder lustige Unterrichtssituationen angeboten werden.

Leserbriefe: Diese wichtige Rubrik soll SchülerInnen die Möglichkeit bieten, ihre Meinungen und Wünsche anonym äußern zu können.

Die Liste der möglichen Rubriken kann natürlich noch weitergeführt und ergänzt werden. Ein Problem an dieser Idee ist der zeitliche Aufwand, der der redaktionellen Bearbeitung zu kommt. Bei sehr motivierten Schülern könnte die Zeitung also zum Beispiel halbjährlich erscheinen. Im Endeffekt und in Realität sollte man als Lehrer aber froh sein, wenn man am Ende des Schuljahres eine Abschlussarbeit hat, in welcher die SchülerInnen ihre Eindrücke, die sie übers Schuljahr gesammelt haben, sammeln können. Nicht zuletzt könnte so ein Projekt eine große Hilfe und gute Alternative zur klassischen Notenfindung darstellen. Als Lehrer muss man sehr viel leitende Tätigkeit ausüben, um die von SchülerInnen-Seite gebrachten Artikel und Beiträge fachlich so gut wie möglich zu gestalten. Hier kann außerdem eine fächerübergreifende Zusammenarbeit mit dem Fach Deutsch angestrebt werden, damit man als Lehrer nicht alles allein bewältigen muss. Was jedenfalls unbedingt vor dem Beginn eines solchen Projekts geklärt werden muss, ist die Frage nach der Finanzierung, da die Zeitschrift ja auch gedruckt werden will.

SchülerInnen beschäftigen sich durch die Aufgabe, einen verständlichen Text für andere SchülerInnen schreiben zu müssen, intensiver mit einem (aktuellen) Thema, um wirklich verstanden zu haben, was sie da eigentlich schreiben. Auch wird das Feedback-Verhalten durch

die Art der Kritik und der Wünsche seitens der SchülerInnen trainiert. Ähnlich wie beim "Planeten-Plakat" haben SchülerInnen mit ihrer Zeitschrift eine handfeste Erinnerung an die geleistete Arbeit, die auch öffentlichkeitswirksam eingesetzt werden sollte.

4.5 Rollenspiel

Als Abschluss mehrerer Unterrichtsstunden bietet es sich an, ein Rollenspiel durchzuführen, in dem die SchülerInnen das erlernte Wissen spielerisch umsetzen müssen. Meine Idee ist es, eine Planetenkonferenz einzuberufen, um über die Frage zu entscheiden "Soll Pluto wieder in die Gemeinschaft der Planeten aufgenommen werden?". Die SchülerInnen sollen dabei in Gruppen die Rolle eines Planetenbewohners übernehmen und diese Frage nach verschiedenen Gesichtspunkten diskutieren, zum Beispiel: Herkunft, Aussehen, politische Überzeugung, Handelsabkommen, etc. Es wird also simuliert, dass jeder Planet und auch die Sonne, Bewohner hat, die eigene Interessen und Überzeugungen haben und diesen nachgehen. Dazu müssen die SchülerInnen einiges über den jeweiligen Planeten wissen, wobei Kriterien wie "Handelsabkommen mit anderen Planeten" natürlich frei erfunden sind, aber humorvoll eingebaut werden können. Prinzipiell sollte diese Art des fachlichen Verarbeitens Spaß bringen und eine Möglichkeit darstellen, über den Tellerrand hinauszusehen. Es ist daher angebracht, auch abstrakte Vorschläge zu machen (wie wir alle wissen, hat die Sonne ja keine Bewohner) und auch die Diskussion selbst muss keinem engen physikalischen Rahmen folgen. SchülerInnen lernen auf diese Weise, sachlich zu argumentieren und Interessen, auch wenn es nicht unbedingt die eigenen sind, zu vertreten. Nicht zuletzt kann so das erarbeitete Wissen gefestigt und im Rahmen einer Diskussion angewandt werden.

5 Quellenverzeichnis

- Berkefeld, Kai-Jürgen (2006): *Astronomie im Physikunterricht. Was wissen Schüler über unser Sonnensystem.* Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen; Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abteilung Physik und Physikdidaktik
- Bundeministerium für Bildung und Frauen (BMBF)a: Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen (AHS Unterstufe), Physik. https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs16_791.pdf?4dzgm2; besucht am 23.01.2014
- Bundeministerium für Bildung und Frauen (BMBF)b: Lehrpläne der Allgemein bildenden höheren Schulen (AHS- Oberstufe), Physik. https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_10_11862.pdf?4dzgm2; besucht am 23.01.2014

- Kepler, Johannes (1610): *Dissertatio cum nuncio sidereo galilei*
- Mirna Sarah (2012): Astronomie als Unterrichtsgegenstand. Diplomarbeit an der Universität Wien
- Olbers, Wilhelm (1894): *Sein Leben und seine Werke*. Schilling C. (Hrsg.), J. Springer, Berlin. Perryman, Michael (2011): *The Exoplanet Handbook*. Cambridge University Press
- Planck Collaboration et al: *Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results*. arXiv:1303.5062v1
- Rath, Gerhard: Astronomie im Physikunterricht;
<http://www.brgkepler.at/~rath/astronomie/>; besucht am 22.01.2015