

# Astronomie im Mathematikunterricht

## *Nahtstelle Volksschule – Sekundarstufe 1*

Ruth-Sophie Taubner<sup>1</sup>

---

### *Zusammenfassung*

Astronomie fasziniert: Bilder von fernen Galaxien, Filme aus der Star Wars Saga oder die Frage nach der Existenz von außerirdischem Leben weckt das Interesse bei Menschen aller Altersgruppen. In diesem kurzen Beitrag soll gezeigt werden, wie astronomische Beispiele bereits in den Mathematikunterricht der Nahtstelle Volksschule/Sekundarstufe I eingebaut und so SchülerInnen erreicht werden können, denen sonst die teils abstrakte Welt der Mathematik fern liegt. Die vorgestellten Beispiele werden dabei eine Auswahl an inhaltlichen und allgemeinen mathematischen Kompetenzen beinhalten.

## 1 Warum Astronomie im Mathematikunterricht?

Wenn mit SchülerInnen über die Weiten des Weltraums, über dessen unbekannte Welten oder über seine Entstehung gesprochen wird (oder teilweise wohl eher philosophiert), können auch SchülerInnen zur Diskussion ermutigt werden, die vielleicht sonst (im Mathematikunterricht) nicht zu den Aktiveren gehören.

In diesem Beitrag soll gezeigt werden, dass auch schon im Mathematikunterricht der Nahtstelle *Volksschule – Sekundarstufe I* Themen aus der Astronomie eingebaut werden können, auch wenn die mathematischen Grundlagen der Astronomie auf den ersten Blick zu kompliziert erscheinen mögen. Hier soll es nicht um das Lösen von Differentialgleichungen oder ähnlichen Problemen der höheren Mathematik gehen, sondern es soll den SchülerInnen die Faszination des Weltraums mit den ihnen verfügbaren Mitteln greifbar gemacht werden. Gerade in den ersten Jahren des Mathematikunterrichts muss drauf geachtet werden, dass die Mathematik nicht als eintöniges Fach, das nur für das Bestehen der Matura benötigt wird, gesehen wird, sondern dass es als Werkzeug dienen kann, die Natur um uns herum zu verstehen bzw. zu begreifen.

Bei einem Blick in den österreichischen Lehrplan der vierten und fünften Schulstufe können einige Themengebiete herausgefiltert werden, die sich in diesem Zusammenhang anbieten (siehe Tabelle 1). In den folgenden Kapiteln soll vorgestellt werden, wie Aufgaben mit astronomischem Hintergrund im Mathematikunterricht eingebettet werden können. Die Beispiele können dabei meist sowohl in der vierten als auch in der fünften Schulstufe eingesetzt werden. An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass die Astronomie erfreulicherweise bereits zu einem kleinen Teil ihren Weg in die Schulbücher der VS und AHS/NMS-Unterstufe gefunden hat, wobei sich das Spektrum des Einsatzes von astronomie-basierten Aufgaben von verstreuten, vereinzelt Beispielen (z.B. *Mathematik verstehen 1*, S. 90, oder *Das ist Mathematik 1*, S. 20) bis zu ganzen Themendoppelseiten (*Rechenrabe Trax 4*, Teil B, S. 124f) erstreckt. Einige dieser Aufgaben werden im Folgenden vorgestellt, ergänzt durch Ideen der Autorin, die teilweise bereits bei Begabtenförderungskursen eingesetzt wurden.

Unabhängig davon, welches astronomische Thema mit den SchülerInnen bearbeitet wird, sollte es immer in einen größeren Kontext gestellt werden. Es sollte sich Zeit genommen werden, um den SchülerInnen auch einige Hintergrundinformationen und Bilder zu den verschiedenen Themen zu präsentieren, um so das Gelernte zu festigen und die Neugier zu wecken.

## 2 Größenordnungen

Wenn die Distanz zwischen zwei Himmelskörpern, deren Radien oder deren Massen verglichen werden sollen, dann muss auf große Zahlenwerte zurückgegriffen werden. Beispiele, die auf solchen Daten basieren, können

---

<sup>1</sup> Department für Funktionelle und Evolutionäre Ökologie, Universität Wien, Althanstraße 14 (UZA I), 1090 Wien ([ruth-sophie.taubner@univie.ac.at](mailto:ruth-sophie.taubner@univie.ac.at))

somit genützt werden, um das Verständnis für und den Umgang mit Größenordnungen zu festigen (siehe z.B. *Mathematik verstehen 1*, S. 90). Ergänzend dazu können auch die Sonne und andere Sterne hinzugenommen werden.

VIERTE SCHULSTUFE	FÜNFTE SCHULSTUFE
<p><b>Aufbau der natürlichen Zahlen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erweitern und Vertiefen des Zahlenverständnisses</li> <li>Ausbauen des Zahlenraumes bis zur Million</li> </ul> <p><b>Rechenoperationen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verstehen der Operationsstruktur</li> <li>Durchführen der Rechenoperationen im Zahlenraum 100 000</li> <li>Lösen von Sachproblemen</li> </ul> <p><b>Größen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Weiterentwickeln von Vorstellungen zu Größen</li> <li>Operieren mit Größen</li> <li>Einführen neuer Maßeinheiten und Herstellen von Maßbeziehungen (inkl. Zeitmessung)</li> </ul> <p><b>Geometrie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erfassen und Beschreiben geometrischer Körper und Flächen</li> <li>Entwickeln des Begriffs Flächeninhalt</li> </ul>	<p><b>Arbeiten mit Zahlen und Maßen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit natürlichen Zahlen vertiefen, dabei auch große natürliche Zahlen verwenden</li> <li>Rechnen mit Maßen und Umwandlungen zur Bearbeitung von Sachaufgaben</li> </ul> <p><b>Arbeiten mit Figuren und Körpern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ausgehend von Objekten der Umwelt durch Idealisierung und Abstraktion geometrische Figuren und Körper sowie ihre Eigenschaften erkennen und beschreiben können</li> <li>Maßstabszeichnungen anfertigen und Längen daraus ermitteln können</li> <li>einfache symmetrische Figuren erkennen und herstellen können</li> </ul> <p><b>Arbeiten mit Modellen, Statistik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tabellen und graphische Darstellungen zum Erfassen von Datenmengen verwenden können</li> <li>entsprechende Fragestellungen finden und Berechnungen durchführen können</li> </ul>

**Tabelle 1:** Ausgewählte Kapitel aus dem Lehrstoff der vierten (Volksschule) und fünften (AHS/NMS) Schulstufe, in denen astronomische Beispiele eingesetzt werden können (BMBWF, 2020).

Zudem können die SchülerInnen spielerisch den Abstand der ISS zur Erdoberfläche bzw. den mittleren Abstand des Mondes ermitteln. Eine Spielidee dazu ist das „größer/kleiner“-Spiel. Ein/e SchülerIn nennt eine Zahl, die ihrer/seiner Meinung nach z.B. den mittleren Abstand Mond-Erde in Kilometern darstellen könnte. Der/die Sitznachbarin muss raten, ob der wahre Wert größer oder kleiner ist. Die Lehrperson gibt dann an, ob der/die zweite Schülerin mit seiner/ihrer Vermutung richtig lag. Daraufhin kann der/die nächste SchülerIn eine neue Vermutung abgeben. So wird nicht nur der Umgang mit großen Zahlen, sondern auch Größer/Kleiner-Relationen spielerisch geübt. Um dann die hier ermittelte Zahlen besser greifbar zu machen, sollen die SchülerInnen abschätzen (und danach berechnen), wie oft der ausgewählte Abstand z.B. der Distanz Wien-Innsbruck oder dem mittleren Erdumfang (Äquator) entspricht.

Wenn die Entfernung der Planeten zur Sonne angesprochen wird, ist es ratsam, diese in den Einheiten *Millionen km* oder *AE* (Astronomische Einheit, der mittlere Abstand der Erde zu Sonne) anzugeben. Dadurch lassen sich die Abstände aller Planeten von Merkur (ca. 58 Mio km oder 0.4 AE) bis Neptun (ca. 4 498 Mio km oder 30 AE) schulstufengerecht angeben (siehe z.B. *MiniMax 4*, S. 66). In diesem Zusammenhang können die SchülerInnen auch dazu animiert werden, die gesuchten Zahlenwerte selbst im Internet (z.B. Wikipedia) oder in Sachbüchern zu recherchieren. Da dort die Zahlenwerte meist auf Bruchteile von km genau angegeben werden, eignet sich dieses Thema auch zur Diskussion von sinnvollem Runden (siehe z.B. *Das ist Mathematik 1*, S. 20).

Eine praktische Umsetzung des Umgangs mit Entfernungen im Sonnensystem ist die Erstellung eines maßstabsgerechten Modells. Dabei kann entweder Wert auf die Größe (Radius) der Objekte gelegt werden oder auf deren Abstand zur Sonne – beides zu kombinieren benötigt eine große Fläche. Die einzigen Modelle, bei denen beide Größen maßstabsgerecht umgesetzt werden, sind bei sogenannten *Planetenwanderwegen* zu finden. Solche Planetenwanderwege gibt es einige in Österreich – etwa den Themenweg ausgehend von Königstetten, den Planetenweg Leitersdorf, oder den Wiener Planetenweg (entlang des Lainzer Tiergartens).

Wenn der Größenvergleich auch Flächen und Rauminhalte beinhalten soll, bieten sich hier viele markante Regionen auf den verschiedenen Planeten an. So kann berechnet werden, wie viele Fußballfelder in den großen Roten Fleck des Jupiters passen würden, welches Volumen der Olympus Mons hat (bei Annahme einer annähernden Kegelform) oder wie groß das Südpol-Aitken-Becken auf dem Mond im Vergleich zum Chicxulub-Krater auf der Erde ist (Vergleich zweier Einschlagskrater).

### 3 Schätzen bzw. Fermi Aufgaben

Die eben genannten Beispiele zum Größenvergleich von Flächen und Rauminhalten können auch als Schätzaufgaben ausgelegt werden. Der spielerische Ansatz von Schätz- und/oder Fermi-Aufgaben eignet sich als auflockernde Übung im Mathematikunterricht. Im Folgenden sollen weitere mögliche Aufgaben vorgestellt werden:

- Wie viele Marsriegel haben dasselbe Volumen wie der Planet Mars?
- Wie viele Liter Urin würde ein Astronaut auf seiner Reise zum Mars produzieren?
- Wie viele Jahre würde es dauern, die Distanz zwischen der Erde und der Sonne zu Fuß zurückzulegen?
- Wie viele Sterne können wir maximal mit dem bloßem Auge sehen?
- Wie viele Exoplaneten haben wir bereits gefunden?
- Wie viele Gürtel bräuchte man, um einmal den Erdäquator zu umschließen?

### 4 Zum Zusammenhang von Erdbewegung und Zeiteinheiten

Das Thema Zeit wird vor allem in der vierten Schulstufe thematisiert (siehe z.B. *MiniMax 4*, S. 65f). Dabei soll es jedoch nicht nur um den mathematischen Zusammenhang zwischen Jahr, Monat, Tag, Stunde und Sekunde gehen, sondern auch erklärt werden, welche Geometrie diesen Zeiteinheiten zugrunde liegt. Im Folgenden soll ein kurzer fachlicher Überblick dazu Auskunft werden.

Ein Jahr entspricht genau der Zeit, die die Erde benötigt, um genau einmal um die Sonne zu kreisen. Dabei wird in der Astronomie in der Regel zwischen drei verschiedene Messweisen unterschieden: das siderische, das tropische und das anomalistische Jahr (Kilian, 2006). Beim siderischen Jahr wird vom Stand der Sonne am Himmel ausgegangen. Ein siderisches Jahr ist genau dann um, wenn die Sonne wieder an genau derselben Stelle am Himmel (im Vergleich zu einem fiktiven, unendlich entfernten Fixstern) steht. Beim tropischen Jahr wird die Zeit gemessen, die die Sonne von einem bestimmten jahreszeitlichen Ereignis zum nächsten benötigt (z.B. von einer Sommersonnenwende zur nächsten). Beim anomalistischen Jahr schließlich wird die Dauer zwischen zwei Periheldurchgängen der Erde auf ihrer Bahn gemessen (das Perihel ist der sonnennächste Punkt des elliptischen Erdborbits). Alle drei Zählweisen ergeben eine Jahresdauer von etwa 365 Tagen und 6 Stunden (mit Abweichungen im Minutenbereich). Da, wie gerade erwähnt, das Jahr somit ca. 6 Stunden länger ist als 365 Tage, wurde bereits früh in der Geschichte des Kalenders das Schaltjahr bzw. der Schalttag eingefügt, um sicherzustellen, dass gewisse jahreszeitliche Ereignisse auch jedes Jahr in etwa an demselben Kalendertag stattfinden (z.B. ist die Sommersonnenwende immer am 20., 21. oder 22. Juni (Kilian, 2006)). Somit bietet es sich hier auch an auf die Thematik der Schaltjahre einzugehen (siehe z.B. *MiniMax 4*, S. 65) und zu erläutern, wie ein solches ermittelt werden kann (*Schaltregeln*).

Auch der *Monat* kann verschieden definiert werden (Kilian, 2006). Ursprünglich bezog sich der Monat auf die Mondzyklen, wobei es auch hier, ähnlich wie beim Begriff *Jahr*, unterschiedliche Definition gibt. Die gängigste ist der zeitliche Abstand zwischen zwei Neumonden, der jedoch nicht konstant und zwischen 29 und 30 Tagen lang ist. Da diese ursprüngliche Zählweise eines Monats nicht verträglich mit der Einführung der Definition von *Jahr* war (für ein Jahr wäre eine nichtganzzahlige Anzahl an Mond-Monaten nötig), wurden die verschiedenen Monate „künstlich“ auf 28-31 Tage angepasst.

Der *Tag* wurde ursprünglich als Zeitraum von einem Sonnenhochstand zum nächsten bezeichnet (*wahrer Sonnentag*). Der *Kalendertag* jedoch basiert auf dem mittleren Sonnentag (über viele Jahre gemittelter Wert) unter zusätzlicher Einführung einer Schaltsekunde (Kilian, 2006). Damit ergibt sich eine Zeitdauer von 24 Stunden ( $\pm 1$  Schaltsekunde) für den Tag (*bürgerlicher Tag*).

Um das *Jahr*, den (Mond-) *Monat* und den *Tag* verständlich und nachhaltig zu erklären, wäre es von Nutzen, ein Tellurium oder eine andere plastische Darstellung der Sonne-Erde-Mond-Stellung zu verwenden. Falls solche

Modelle nicht zur Hand sind, kann natürlich auch auf Videos bzw. Computersimulationen zurückgegriffen werden. In diesem Zusammenhang kann mit den SchülerInnen auch die Entstehung der Mondphasen, Mond- und Sonnenfinsternis und der Grund, warum die Sonne „im Osten aufgeht“, erläutert werden.

Ein weiterer Gesichtspunkt, der hier eingebaut werden kann, ist die unterschiedliche Dauer eines Tages/Jahres auf anderen Planeten unseres Sonnensystems. So sollen die SchülerInnen berechnen, wie viele Merkurjahre sie alt sind oder wie „jung“ die Großeltern in Saturnjahren wären.

## 5 Statistik

Bereits in der fünften Schulstufe werden gemäß österreichischem Lehrplan erste Begriffe aus der Statistik den SchülerInnen nähergebracht. So werden u.a. das Sammeln von Daten, das Erstellen von (Ur-)Listen, Tabellen und Diagramme und einfache statistische Kennzahlen wie absolute Häufigkeit und arithmetisches Mittel vorgestellt. All das kann auch anhand von astronomischen Beispielen vermittelt werden. Die Astronomie bietet eine schier endlose Anzahl an statistisch auswertbaren Daten. Das *Sammeln von Daten* können die SchülerInnen teilweise selbst über die Zuhilfenahme des Internets (z.B. auf den ESA Kids Seiten) oder von Sachbüchern erarbeiten. Mit diesen Daten können dann Tabellen und Diagramme erstellt werden. So wäre z. B. ein Balkendiagramm, das die Entfernungen der Planeten zur Sonne darstellen (siehe z.B. *100 % Mathematik*, S. 21), denkbar, oder die Anzahl der entdeckten Exoplaneten (Planeten außerhalb unseres Sonnensystems) nach ihrem Entdeckungsjahr geordnet (Daten hierfür sind online in der *Extrasolar Planets Encyclopaedia* zu finden).

Auch einfache Prozentrechnungsbeispiele lassen sich mit astronomischen Themen verfassen: Um wieviel Prozent ist die Erde größer als die Venus (Radius und/oder Masse) oder wie viele Prozent im Vergleich zur Gesamtoberfläche nimmt der Einschlagkrater Herschel auf dem Saturnmond Mimas ein.

## 6 Conclusio

Die Astronomie bietet eine große Fülle an faszinierenden Zahlen und Fakten. Diese Faszination, die sie auf so viele Menschen jeden Alters ausübt, kann genutzt werden, um den Mathematikunterricht für mehr SchülerInnen spannender zu gestalten. Sich mit den Planeten oder Sternen zu beschäftigen steigert nach eigener Erfahrung die Motivation der SchülerInnen im Vergleich zu etwa den Rechnungen ohne erkennbaren Kontext. Abschließend ist noch anzumerken, dass sich astronomische Themen auch für fächerübergreifenden Unterricht eignen (Physik, Geografie, Biologie, Kunst, etc.). Als weitere Tipps zur Nachlese und für ergänzendes Unterrichtsmaterial sind die Homepage des *European Space Education Resource Office* (ESERO) und die Materialien von *Wissenschaft in die Schulen!* (Fachgebiet Astronomie) zu empfehlen.

### Literatur

BMBWF, Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, Fassung vom 11.06.2020, (2020).

ESA, ESA kids. Abgerufen am 11. Juni 2020, von <https://www.esa.int/kids/de/home>

Eßletzbichler, B., Höller, C., Lechner, P., Luksch, J., & Niedertscheider, F. (2014). *100 % Mathematik 1* (ISBN 978-3-209-07612-0).

Fahrngruber, E., Fuchs, P., Kaufmann, E., Lechner, I., & Josef, V. (2020). *Rechenrabe Trax 4 (Teil B)* (ISBN 978-3-209-09717-0).

Holub, B., Cermak, U., Novy, H., Waldmann, N. et al. (2017). *MiniMax 1 (Zahlen und Rechnen, Teil B)* (ISBN 978-3-209-07742-4).

Humenberger, H., Litschauer, D., Groß, H., Aue, V., Hasibeder, J., Himmelsbach, M., Schüller, J., & Taschner, R. (2016). *Das ist Mathematik 1* (ISBN 978-3-209-09159-8).

Kilian, U. (2006). *Der Brockhaus Astronomie: Planeten, Sterne, Galaxien* (ISBN 3-7653-1231-2).

Salzger, B., Bachmann, J., Germ, A., Riedler, B., Singer, K., & Ulovec, A. (2014). *Mathematik verstehen 1* (ISBN 978-3-209-06820-0).

exoplanet TEAM, *Extrasolar Planets Encyclopaedia*. Abgerufen 11. Juni 2020, von <http://exoplanet.eu/>