

THEMENSPEZIAL: ASTRONOMIE: RECHNEN ZWISCHEN HIMMEL UND ERDE

Am Sternenhimmel in klaren Nächten kann man sich kaum sattsehen: Der Anblick der schier unendlichen Weite des Weltalls geht unter die Haut. Mit einem Mal wirkt die große Erde ganz klein, umringt von einem uns völlig fremden Raum, den wir nur mit großen Anstrengungen verstehen können. Seit vielen Jahrhunderten versuchen Sternenforscher auf der ganzen Welt, die Geheimnisse des Universums zu lüften. Ein wichtiges Hilfsmittel der Astronomie ist die Mathematik.



„Das Buch der Natur ist in der Sprache der Mathematik geschrieben“, stellte schon 1623 Galileo Galilei fest. Mit anderen Worten: Die Mathematik erlaubt es, naturwissenschaftliche Beobachtungen in Zahlen, Formeln und Modelle umzuwandeln, Vorhersagen zu treffen und Experimente zu entwickeln. „Mithilfe der Mathematik leiten Wissenschaftler Aussagen darüber ab, wie es ‚da oben‘ oder zum Beispiel auch im Inneren der Materie aussehen könnte“, erklärt der Leiter der Sternwarte Recklinghausen, Dr. Burkard Steinrücken. „Im Wechselspiel mit der Theorie können sich Physiker Experimente überlegen, um diese Aussagen zu überprüfen.“ Die Faszination, die vom Weltall ausgeht, lässt sich gut im Mathematikunterricht nutzen – zum Beispiel, indem die Schüler eigene Planetenbahnberechnungen vornehmen oder die riesigen Dimensionen im Universum auf „irdische“ Maßstäbe übertragen.

Astronomie und Astrologie

Viele Jahrhunderte lang gab es keine scharfe Trennung zwischen der Beobachtung von Himmelsereignissen und ihrer Deutung für das menschliche Schicksal – viele Kulturen glaubten im Lauf der Planeten Hinweise auf die Zukunft ablesen zu können. Noch der berühmte Astronom Johannes Kepler (1571-1630) erstellte neben seinen Himmelsberechnungen auch Horoskope. Erst in der Aufklärung wandelte sich der Wissenschaftsbegriff: Die Astronomie befasst sich seither ausschließlich mit der naturwissenschaftlichen Beschreibung der Himmelskörper und versucht, die Gesetzmäßigkeiten des Universums zu verstehen. Das sagt auch der Begriff Astronomie aus: Er setzt sich aus den griechischen Worten *ástron* (Stern) und *nómos* (Gesetz) zusammen.

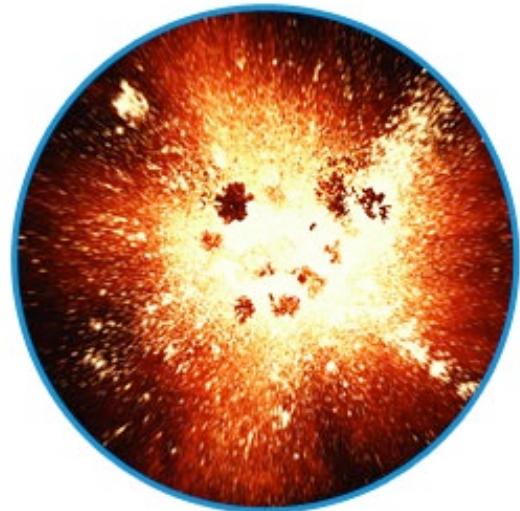


Gauß findet einen verlorenen Planeten wieder

In den folgenden Jahrhunderten war die Astronomie – mehr noch als heute – ein gutes Forschungsgebiet, um sich einen wissenschaftlichen Ruf zu erarbeiten. Es war damals nicht unüblich, in mehreren naturwissenschaftlichen Bereichen zugleich zu forschen. So berechnete beispielsweise der heute vor allem als Mathematiker bekannte Carl-Friedrich Gauß 1801 die Bahn des kurz zuvor entdeckten Zwergplaneten Ceres. 40 Tage nach dessen erster Sichtung hatten die Astronomen Ceres nämlich wieder aus den Augen verloren. Verschiedene Astronomen versuchten sich vergeblich an einer Bahnberechnung, um Ceres am Himmel wiederzufinden. Ihr Fehler: Sie gingen von einer kreisrunden Bahn aus. Gauß hingegen nahm eine elliptische Bahn an und entwickelte mit der „Methode der kleinsten Quadrate“ eine neue Möglichkeit, aus mehreren bekannten Positionen des Planeten eine Bahn zu errechnen. Mit Erfolg: Im Dezember 1801 konnten die Astronomen Ceres erneut am Himmel entdecken. Die Methode der kleinsten Quadrate findet in der Stochastik bis heute Anwendung.

Vom Urknall zur Erde

Knapp 14 Milliarden Jahre ist es her, da ist etwas vollkommen Unvorstellbares geschehen: Buchstäblich aus dem Nichts ist unser Universum hervorgegangen: Raum, Zeit und Materie existieren erst seit diesem Augenblick – so beschreiben es jedenfalls die meisten astronomischen Theorien. Von diesem denkwürdigen Augenblick bis zum Universum, so wie wir es jetzt kennen, war es ein langer Weg. Zunächst wirbelten nur einige Elementarteilchen durch den entstehenden Raum. Die ersten Galaxien entstanden nach 300 Mio. Jahren. Erst nach rund 9 Milliarden Jahren entwickelte sich unser Sonnensystem. Weitere 4,7 Milliarden Jahre zog die Erde unbewohnt ihre Kreise um die Sonne, bis sich schließlich die Menschheit entwickelte. Nach

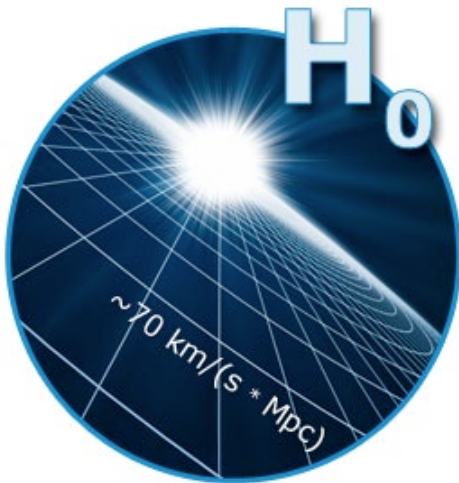


den Maßstäben des Universums ist unsere Zeit auf der Erde allerdings knapp bemessen: In rund 7,5 Milliarden Jahren, wenn die Sonne ihren Wasserstoffvorrat verbraucht hat, bläht sie sich zum „Roten Riesen“ auf – das wird das Ende des Lebens auf der Erde sein. Etwa weitere drei Milliarden Jahre später schrumpft sie dann zu einem „weißen Zwergstern“ zusammen.



Projektvorschlag

Die immensen Zeiträume, die bei der Entstehung des Universums und der Erde eine Rolle spielen, sind schwer vorzustellen. Rechnen Sie mit Ihren Schülern die Geschichte des Universums doch einmal auf einen kleineren Maßstab um. Wären eine Million Jahre nur eine Minute lang, wie viel Zeit wäre dann bis zur Entstehung der Galaxien oder bis zur Entstehung der Erde vergangen? Vielleicht können Ihre Schüler noch weitere „Meilensteine“ aus der Geschichte des Universums und der Erde recherchieren. Am Ende tragen sie alle Entwicklungsschritte auf einen Zeitstrahl ein.



Wie entwickelt sich das Universum weiter?

Die Theorie des Urknalls allein kann nicht erklären, wie sich das Universum weiterentwickelt. Wissenschaftler beobachten anhand der Vermessung von Abständen zwischen entfernten Galaxien, dass sich das Universum nicht nur ausdehnt, sondern dass sich diese Ausdehnung sogar beschleunigt. Eine wichtige Messgröße zur Berechnung dieser Expansion ist die so genannte Hubble-Konstante H_0 . Sie geht auf den US-amerikanischen Astronomen Edwin Hubble zurück. Mit ihrer Hilfe lässt sich auch das Alter des Universums berechnen. Allerdings ist sie im eigentlichen Sinn keine Konstante, da sie sich mit der Zeit verändert. Deshalb sprechen Astronomen auch vom Hubble-Parameter. Um ihn zu bestimmen, werden regelmäßig Bilder von

verschiedenen Weltraumteleskopen ausgewertet. Der Wert des Hubble-Parameters schwankt je nach Messmethode. Er liegt aber bei etwa $\frac{70 \text{ km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$. (Mpc ist die Abkürzung für das astronomische Längenmaß Megaparsec.)

Ist die Erde der einzige bewohnte Planet im Universum?

Nicht so spekulativ wie die Theorie vom Urknall, aber nicht weniger spannend ist die Suche nach so genannten Exoplaneten. Diese Himmelskörper kreisen um andere Sonnen als unsere eigene, und da sie nicht wie Sterne leuchten, sind sie nur schwer zu entdecken. 1990 wurde der erste Exoplanet aufgespürt, heute sind gut 700 bekannt. Besonders interessant sind für die Wissenschaftler erdähnliche Planeten, auf denen sich wie bei uns Leben entwickelt haben könnte. „Die Chancen, dass sich noch anderswo im Universum Leben entwickelt hat, stehen sehr gut“, schätzt Sternwartenleiter Steinrücken. „Mindestens jeder zweite Stern hat ein Planetensystem – da wird es sicher auch welche geben, die den richtigen Abstand zur Sonne haben und auf denen es Wasser in flüssiger Form gibt.“ Ob sich unter solchen Bedingungen grundsätzlich Leben entwickelt, kann allerdings die moderne Wissenschaft nicht beantworten. „Wir kennen nur einen einzigen Planeten, auf dem das geschehen ist, nämlich unseren eigenen. Dieser eine Fall reicht nicht, um statistisch auf die Gesamtheit zu schließen. Vieles deutet aber darauf hin, dass wir im Universum gar nichts Besonderes sind.“ Erst im Dezember 2011 veröffentlichte die NASA den Fund des bisher erdähnlichsten Exoplaneten Kepler-22b. Auf die erste Begegnung mit den Keplerianern brauchen wir uns wohl trotzdem noch nicht vorzubereiten – uns trennen rund 600 Lichtjahre vom Kepler-22-Sternensystem.



Der Erde ähnlich sind Exoplaneten

Eine mathematische Antwort auf die Frage, wie wahrscheinlich es ist, dass es in unserer Galaxie noch anderes intelligentes Leben gibt, hat bereits 1961 der amerikanische Astrophysiker Frank Drake vorgeschlagen. Seine „Drake-Gleichung“ berücksichtigt sieben Faktoren, unter anderem Sternentstehungsraten, die Anzahl der Exoplaneten oder Daten zur Atmosphäre. Leider sind zu den meisten Faktoren bestenfalls grobe Schätzwerte bekannt. Gute Erklärungen und einen Beispielrechner bietet die deutsche SETI („Search for Extraterrestrial Intelligence“-Seite: <http://www.seti-germany.de/drake/gleichung.htm>



Unterrichtsvorschlag:

Die Faktoren der Drake-Gleichung lassen viel Raum für Recherchen und Spekulation. Rechnen Sie doch einmal im Unterricht mit verschiedenen Werten die Drake-Gleichung nach und vergleichen Sie die Ergebnisse.

Dimensionen und Maßstäbe im All

Einmal nach Australien reisen: Nach irdischen Maßstäben ist die rund 13.500 km lange Reise bereits eine große Distanz. Würde man dieselbe Strecke senkrecht in Richtung Weltall zurücklegen, hätte man am Ende gerade erst die Exosphäre, die äußerste Schicht der Erdatmosphäre hinter sich gelassen. Allein der Mond ist in seiner erdnächsten Position rund 363.300 km von der Erde entfernt. Das entspricht in etwa dem 27-fachen der Entfernung von Deutschland nach Australien. Und auch das sind nur Katzensprünge in den Dimensionen unseres Sonnensystems. Die Venus, der uns am nächsten liegende Planet, ist in ihrer erdnächsten Stellung rund 40 Millionen km entfernt. Der Mars – unser zweiter Nachbarplanet – kommt nie näher als 56 Millionen km an die Erde heran.



Maßeinheiten: astronomisch und erdverbunden zugleich

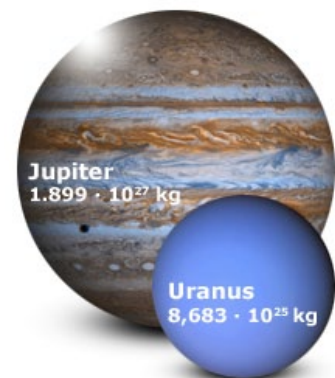
Selbst die Distanzen innerhalb unseres Sonnensystems zeigen, dass unsere an der Erde orientierten Längenmaße zu klein sind für das All. Trotzdem zeigen die Einheiten, die Astronomen stattdessen verwenden, wie sehr wir der Erde verhaftet sind: Zum Beispiel werden Umfang und Masse von Planeten häufig in „Erdradien“ und „Erdmassen“ angegeben. Und eine „Astronomische Einheit“ (AE), ein wichtiges astronomisches Maß für Entfernungen, ist nichts anderes als der mittlere Abstand von der Erde zur Sonne: rund 149,6 Millionen km.



Unterrichtsvorschlag

Die astronomischen Maßeinheiten lassen sich gut in den Unterricht einbauen: Vielleicht haben Ihre Schüler Lust, die Massen und Radien der Planeten unseres Sonnensystems in Erdmassen und Erdradien umzurechnen. Welcher ist der schwerste? Welcher hat die größte Dichte? Dabei sind vor allem Potenz- und Kreisberechnung gefragt. Hier die Daten aller Planeten unseres Sonnensystems:

Planet	Masse	Äquator-Durchmesser
Merkur	$3,302 \cdot 10^{23}$ kg	4.879,4 km
Venus	$4,869 \cdot 10^{24}$ kg	12.103,6 km
Erde	$5,974 \cdot 10^{24}$ kg	12.756,32 km
Mars	$6,419 \cdot 10^{23}$ kg	6.792,4 km
Jupiter	$1,899 \cdot 10^{27}$ kg	142.984 km
Saturn	$5,685 \cdot 10^{26}$ kg	120.536 km
Uranus	$8,683 \cdot 10^{25}$ kg	51.118 km
Neptun	$1,0243 \cdot 10^{26}$ kg	49.528 km



Noch „astronomischer“ werden die Distanzen, wenn wir unser Sonnensystem verlassen und unsere gesamte Galaxie, die Milchstraße, und ihre unmittelbare Umgebung betrachten. Hier finden sich Längenangaben häufig in Lichtjahren ($9,461 \cdot 10^{15}$ m) oder, vor allem in Wissenschaftskreisen, in Parsecs. Ein Parsec (pc) umfasst etwa 3,26 Lichtjahre. Die Andromedagalaxie, die unserer Milchstraße am nächsten liegt, ist rund 2,5 Millionen Lichtjahre bzw. knapp 800 Kiloparsecs (kpc) entfernt. Trotzdem kann man sie von einem dunklen Standort aus sogar mit bloßem Auge im Sternbild Andromeda erkennen.

Projektvorschlag: Damit sich Ihre Schüler die gigantischen Entfernungen im All besser vorstellen zu können, können Sie gemeinsam ein verkleinertes Modell unseres Sonnensystems bauen: Wäre die Erde so groß wie ein Tischtennisball, wie weit wäre dann die Sonne entfernt? Welchen Durchmesser hätte Jupiter? Vom Dreisatz über das Rechnen mit Potenzen bis hin zur Winkelrechnung lassen sich dabei viele mathematische Kompetenzen aus dem Bereich der Sekundarstufe 1 üben. Es kann allerdings sein, dass Sie vom Klassenzimmer bald in die Aula umziehen müssen – selbst in sehr kleinen Maßstäben braucht so ein Modell ziemlich viel Platz.



Surftipp:

Noch mehr Unterrichtsvorschläge- und Materialien zu Astronomiethemen bietet die Sternwarte Recklinghausen auf ihren Internetseiten zum kostenlosen Download an: <http://www.sternwarte-recklinghausen.de/astronomie.html>



Unterrichtsvorschlag – Planetenbahnen

Motivierend und lehrreich zugleich ist für Schüler der direkte Blick zum Sternenhimmel. „Viele Schüler wissen gar nicht, dass man mit bloßem Auge beobachten kann, wie die Planeten durch die Sternbilder ziehen“, berichtet Dr. Burkard Steinrücken von der Recklinghauser Sternwarte. Einfache Experimente im schulischen Rahmen können den Schülern sowohl einen Einblick in die Arbeit von Naturwissenschaftlern geben als auch spannende mathematische Herausforderungen stellen. „Schüler können zum Beispiel ein Messinstrument entwickeln, um die Abstände eines bestimmten Planeten zum nächsten Stern zu messen. Nach einer Weile erkennen sie, wie sich die Bahn verändert. Dann beginnt die Theoriebildung: Warum macht der Planet das? Gibt es eine geometrische Figur, mit deren Hilfe ich diese Bahn beschreiben kann?“ Ab Klassenstufe 11 kann ein Planetenbahn-Projekt in der Schule Beobachtung und Mathematik verknüpfen. Zum mathematischen Handwerkszeug gehört die Berechnung von Kegelschnitten. Die Kepler'schen Gesetze liefern die Grundlagen, um Ideen zur Bahnberechnung zu entwickeln.



Idee: Stellen Sie doch einmal mit Ihren Schülern den Lauf von Sonne, Mond und Sternen nach. Die „Sonne“ trägt eine Lampe in der Hand, „Mond“ und „Erde“ zwei unterschiedlich große Bälle. Wer steht in der Mitte? Wer dreht sich wie oft um welchen Schüler? Wie sieht eine Sonnen- oder Mondfinsternis aus? Wo steht der Mond bei Neumond? Das kleine Experiment zeigt meistens, wie viel es selbst über die vertrauten Himmelskörper Mond und Sonne noch zu erfahren gibt.



Tipp – 2012 gibt es viel zu beobachten

Einen ganz besonderen Anlass zur Himmelsbeobachtung bietet in diesem Jahr ein außerordentlich seltenes Ereignis: Am 6. Juni steht ein so genannter Venus-Transit an. Maximal zweimal in jedem Jahrhundert kommt es vor, dass die Venus direkt vor der Sonne vorbeizieht. Wer den diesjährigen Transit verpasst, wird wahrscheinlich keine zweite Chance erhalten: Der nächste Venus-Transit findet erst wieder 2117 statt. Leider lässt sich von Mitteleuropa nur ein Teil des Transits beobachten, denn wenn am Morgen des 6. Juni die Sonne aufgeht, ist die Venus bereits fast vollständig an ihr vorbeigezogen. In den Wochen vor dem Transit ist die Venus allerdings gut am Nachthimmel erkennbar – ein schöner Anlass, um die Bahn des „Abendsterns“ mit den Schülern zu untersuchen. Außerdem bieten in diesem Jahr die Planeten Merkur, Jupiter und Mars viele Gelegenheiten für Beobachtungen, sie sind jeweils mehrere Wochen lang besonders gut am Himmel zu identifizieren.



BERUFSSPEZIAL: BERUFLICH NACH DEN STERNEN GREIFEN

Wer beruflich nach den Sternen greifen möchte, sollte studiert haben, denn für die Beschäftigung mit dem Weltall sind umfassende Physikkenntnisse nötig. Noch wichtiger ist ein tiefes naturwissenschaftliches Interesse. „Wer sich beruflich mit Astronomie beschäftigen möchte, sollte sich vor allem dafür interessieren, wie die Welt beschaffen ist. Wenn man diesen inneren Antrieb hat, wenn man diese Fragen in sich brennen fühlt, dann schafft man auch das Studium – egal, ob man schnell oder langsam lernt oder ob man sich gut oder schlecht Formeln merken kann“, berichtet der Leiter der Sternwarte Recklinghausen, Dr. Burkard Steinrücken.

Astrophysiker/Astronom

Den tiefsten Blick ins Universum haben Astrophysiker bzw. Astronomen. Sie untersuchen meistens aus wissenschaftlicher Perspektive das Weltall, zum Beispiel an Hochschulen, Sternwarten oder Forschungseinrichtungen wie dem Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching bei München. Nach einem Bachelorstudium in Physik – das an vielen Hochschulen auch schon astronomische Grundlagen vermittelt – spezialisieren sich die zukünftigen Sternenforscher in einem Masterstudiengang mit dem Schwerpunkt Astrophysik oder Astronomie. Viele schließen anschließend noch eine Promotion an. Die Aussichten auf eine wissenschaftliche Forschungsstelle sind leider relativ gering. Aber die Chance, sich täglich mit den Abläufen und Ereignissen im Weltall zu befassen, ist in keinem Berufsfeld größer. Interessenten sollten die Bereitschaft mitbringen, weltweit zu arbeiten: Viele wichtige astronomische Forschungsstationen und Observatorien befinden sich an Orten, die aufgrund ihrer hohen Lage und der Wetterbedingungen einen besseren Blick ins All gewähren als Deutschland. Außerhalb der Wissenschaft gibt es vor allem in der Luft- und Raumfahrtindustrie Jobs für Astrophysiker. Zum Beispiel in Unternehmen, die optische Geräte oder Software für die Raumfahrt herstellen.

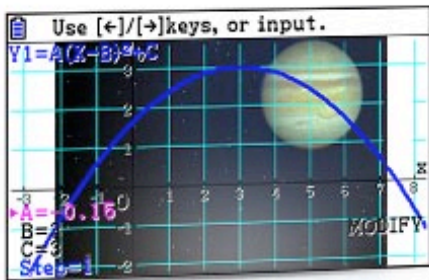
Astronomie-Lehrer

Nur in Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen ist Astronomie als Schulfach fest etabliert. In den meisten anderen Bundesländern gibt es aber auch viele Schulen, insbesondere Gymnasien, die Astronomieunterricht oder Astronomie-Arbeitsgruppen anbieten. Wer Lehrer werden möchte und sich zugleich für Astronomie interessiert, sollte sich eine Universität aussuchen, die Astronomie als Unterrichtsfach anbietet. Meistens ist das nur in Kombination mit Physik, Mathematik oder einer anderen Naturwissenschaft möglich.

Ingenieur für Mechatronik

Wir verdanken es nicht zuletzt der immer präziser arbeitenden Technik, dass wir heute so viel über das Weltall in Erfahrung bringen können. Um Geräte für die Erforschung des Alls zu entwickeln oder Steuerungssysteme für die Raumfahrt zu entwerfen, sind gute technische Kenntnisse nötig. Der beste Weg, um dieses Wissen zu erwerben, ist ein Ingenieursstudium im Fach Mechatronik. Das relativ junge Fach vereinigt Mechanik, Elektronik und Informationstechnik miteinander. Rund 30 Hochschulen in Deutschland bieten derzeit ein Mechatronik-Studium an. Im Gegensatz zum Astrophysiker kann ein Ingenieur für Mechatronik nicht nur in der Luft- und Raumfahrtbranche, sondern auch auf vielen anderen Gebieten tätig sein – die Jobaussichten sind daher hervorragend.

PRODUKTSPEZIAL: FX-CG20: DER STERNENRECHNER



Die Astronomie bietet faszinierende Beispiele für den Einsatz von Mathematik – aber wie gelingt der Transfer in den Unterricht? Neben guten didaktischen Ideen hilft ein Unterrichtsmittel, das auch komplexe Funktionen visualisiert oder umgekehrt aus Formen mathematische Funktionen ableitet. Beides gelingt dem Grafikrechner FX-CG20 von CASIO. Himmelskörper lassen sich zum Beispiel mit dem hochauflösenden Farbdisplay realistisch darstellen.

Astronomie hautnah

Besonders die Bildplot-Anwendung des FX-CG20 unterstützt den interaktiven Unterricht. Mit der kostenlosen FX-CG20 Bildplot-Konvertierungssoftware können eigene Bilder und Videos auf den Rechner übertragen und dort mathematisch analysiert werden. Zum Beispiel lassen sich anhand von Grafiken die Bahnkurven von Planeten und Satelliten berechnen. Schüler können unser Sonnensystem vermessen oder die Keplerschen Gesetze visualisieren.

Vernetzung mit Peripheriegeräten

Der FX-CG20 präsentiert Bilder, Brüche, Wurzeln oder Logarithmen nicht nur auf seinem großen Farbdisplay. Der Grafikrechner lässt sich auch problemlos direkt per USB-Kabel an den PC oder an aktuelle CASIO-Projektoren anschließen. So können Lehrer Beispielrechnungen oder Herleitungen gut sichtbar für die ganze Klasse durchführen.



ZAHL ZUM STAUNEN: 10^{-43}

Die Zahlen, die uns in astronomischen Zusammenhängen begegnen, sind meistens riesig: Häufig ist von Millionen Lichtjahren, Sternen oder Galaxien die Rede. Einige wichtige Zahlen, mit denen Astronomen sich beschäftigen, sind aber auch ganz klein. So zum Beispiel die Planck-Zeit: Sie beträgt gerundet 10^{-43} Sekunden. Das ist ein so kurzes Moment, dass man ihn gar nicht messen kann. Trotzdem ist sie für das Universum von fundamentaler Bedeutung: Die Planck-Zeit beschreibt das kleinstmögliche Zeitintervall, für das die bekannten Gesetze der Physik gültig sind. Sie ist eine von fünf so genannten Planck-Einheiten. Diese besonderen Einheiten basieren auf Naturkonstanten und beschreiben die Grenzen, in denen die uns bekannten Naturgesetze anwendbar sind. Das bedeutet unter anderem, dass sich nicht etwa direkt mit dem Urknall, sondern erst 10^{-43} Sekunden später die uns bekannten Naturgesetze „entfaltet“ haben. Und wäre es möglich, die Zeit heute in kleine „Planck-Häppchen“ einzuteilen und diese zu untersuchen, dann könnte man auch in ihnen die Naturkräfte nicht nachweisen – obwohl sie um uns herum konstant am Werk sind. Die Herleitung der Planck-Einheiten bezieht sowohl die Relativitätstheorie als auch die Quantenmechanik ein. Trotzdem lassen sie sich im Mathematikunterricht relativ leicht aus- und umrechnen. Dabei können die Schüler vor allem den Umgang mit negativen Zehnerpotenzen üben.



Als Grenzen der Physik bieten die winzigen Planck-Einheiten auch einen guten Anlass zum Nachdenken. Zum einen manifestiert sich in ihnen das gesamte heutige Wissen über die physikalischen Eigenschaften unseres Universums. Zum anderen kann man sie auch aus der philosophischen Perspektive betrachten: Sie zeigen, dass man manchmal das ganz kleine Detail betrachten muss, um das große Ganze zu begreifen.

**Filmtipp**

Einen tieferen Einblick in die Planck-Welt bietet Prof. Dr. Harald Lesch in der BR3-Sendung Alpha Centauri:

<http://www.br.de/fernsehen/br-alpha/sendungen/alpha-centauri/alpha-centauri-planck-welt-harald-lesch100.html>