



Inhaltsskizze „Von der Erde zu den Sternen“ (Klasse 8 bis 10)

Betrachtet man den Sternenhimmel, so erscheint er auf den ersten Blick unermesslich und unveränderlich. In der Antike wurde gar eine Trennung von der Physik des Himmels (göttlich und perfekt) und der Erde (fehlerhaft und veränderlich) angenommen. Doch der erste Eindruck vom Sternenhimmel täuscht oft, beispielsweise:

Wir erleben die Erde als flach – sie ist aber eine Kugel.

Der Himmel und die Sonne scheinen sich um die Erde zu drehen – in Wirklichkeit dreht sich die Erde.

Die Erde scheint im Zentrum zu stehen – die Erde läuft um die Sonne.

Heute beobachten wir den Sternhimmel genauer und haben gelernt, die größte Geschichte der Welt, nämlich die Geschichte der Welt selbst, vom Himmel abzulesen.

In einer kurzen Orientierung am Himmel legen wir Wert auf aktuell beobachtbare Planeten und Sternbilder. Die Planeten bewegen sich um die Sonne herum, doch wie ist es mit den scheinbar unveränderlichen Sternen?

Was sind Sterne? Leuchten sie ewig? Wie können wir etwas über das „Leben“ der Sterne erfahren? Die Distanzen und relevanten Zeitskalen sind riesig im Vergleich zu den Alltagserfahrungen des Menschen. Im Analogiebeispiel der Eintagsfliege, die das Leben der Menschen erkunden soll, erarbeiten wir Strategien: Die Betrachtung von vielen verschiedenen Menschen und der genauere Vergleich innerhalb von Gruppen gleichaltriger Menschen, z.B. Schulklassen, sind vielversprechend. Analog beobachten Astronomen viele Sterne und Gruppen gleichaltriger Sterne, sogenannte Sternhaufen, um Entwicklungseffekte zu sehen. Innerhalb eines Sternhaufens erkennt man schon mit dem Auge Farb- und Helligkeitsunterschiede, welche ein Hinweis auf Temperatur-, Zusammensetzungs- und Masseunterschiede sein könnten.

Doch wie entstehen diese Unterschiede in den Eigenschaften? Und wie entstehen Sterne überhaupt? Im Orionnebel beobachten wir die Entstehung von Sternen und Planetensystemen aus riesigen Gas- und Staubwolken. Unterschiede in der Zusammensetzung lassen sich ausschließen, Masseunterschiede wirken sich stark auf den Stern aus.

Den genaueren Aufbau eines Sterns und die Prozesse in ihm beobachten wir am uns vertrautesten Stern, der Sonne. Diese glühende Gaskugel presst sich unter ihrem Eigengewicht so stark zusammen, dass in ihrem Zentrum Drücke von 200 Mrd. bar und Temperaturen von 15 Mio °C herrschen. Dort findet die Kernfusion von Wasserstoff zu Helium statt, welche durch den entstehenden Strahlungsdruck den Stern stabilisiert. Doch was geschieht, wenn der Wasserstoff im Zentrum verbraucht ist? Durch veränderte Drücke und Temperaturen beginnt das Heliumbrennen und neue Fusionsprozesse starten. So können in unserer Sonne die leichten Elemente bis Sauerstoff erbrütet werden. Dabei wandelt sie sich langsam, bis sie ein roter Riese wird und ihr Endstadium erreicht.

Wie geht so ein „Tod“ von Sternen vor sich? Massearme Sterne wie die Sonne stoßen ihre äußere Gashülle ab und bilden sogenannte „planetarische Nebel“. Diese findet man mit einem Fernrohr in großer Zahl am Himmel (Ringnebel, Helixnebel,...). Massereiche Sterne leben wilder, erbrüten etwas schwerere Elemente und vergehen in fulminanten „Supernovaexplosionen“. Während dieser Explosion herrschen physikalisch extreme Zustände, so dass auch schwere Elemente entstehen und ins All geschleudert werden.

Woher weiß man das und kann man das irgendwo sehen? Chinesische Astronomen beobachteten vor knapp 1000 Jahren eine Supernova, noch heute sehen wir die leuchtende, sich ausbreitende Explosionswolke, den „Crabnebel“ im Stier. Die schweren Elemente, quasi die Abfallprodukte, vermischen sich mit den interstellaren Gas- und Staubwolken. Dort werden sie Teil von Sternen und Planeten der nächsten Generation. Inzwischen

können wir von jedem Element des Periodensystems sagen, bei welchem kosmischen Prozess es entstanden ist. Die Erde, aber auch wir Menschen, bestehen aus Sternenstaub.

Das Sonnensystem ist Teil der Milchstraße, unserer gigantischen Sternenstadt aus über 100 Mrd. Sternen. Forscher haben sie seit ca. 400 Jahren mit Teleskopen untersucht. Dabei entdeckte Edwin Hubble 1923 etwas Verblüffendes, das das Weltbild der Astronomen revolutionierte. Unzählige Nebelflecken, die man im Fernrohr beobachten kann, sind ebensolche riesige Sternenwolken wie unsere Milchstraße, nur sehr weit entfernt. Im Planetarium machen wir uns auf die Reise hinaus aus der Milchstraße, um sie und ihre Nachbarn in all ihrer Pracht zu bestaunen.

Eine weitere Entdeckung Hubbles, die Rotverschiebung des Lichts ferner Galaxien, verblüfft fast noch mehr als die Existenz der Galaxien. Etwas verändert das Licht während der Reise durch das All und zwar umso stärker, je weiter entfernt die Galaxien sind. Vor dem Hintergrund der Allgemeinen Relativitätstheorie bedeutet das Folgendes: Der Raum zwischen den Galaxien dehnt sich während der Reise des Lichts aus. Die Lichtwellen werden, vereinfacht gesprochen, unterwegs gestreckt und kommen langwelliger bei uns an.

Denken wir einmal die Ausdehnung des Universums rückwärts in der Zeit. Wenn das Universum heute immer größer wird, muss es früher kleiner und dichter gewesen sein. Ein Gas, das zusammengepresst wird, erwärmt sich. So war es auch im frühen Universum, es war klein und heiß. So kam der belgische Priester und Physiker Georges Lemaître auf die Idee eines extrem heißen Anfangs des Universums auf kleinstem Raum. Heute nennen wir diesen Zustand etwas unglücklich „Urknall“. Was der Urknall selbst war, bleibt rätselhaft. Was aber kurz darauf geschah, können wir mit Hilfe der Physik beschreiben: Mit fallender Temperatur entstanden die Elementarteilchen, diese bildeten die ersten Atome, viel später entstanden die ersten Galaxien und Sterne, knapp 10 Mrd. Jahre später auch die Sonne mit ihren Planeten. Mit den Methoden der Naturwissenschaft vollziehen wir die wesentlichen Entwicklungsschritte des Universums vom Urknall bis zur Erde nach. Wir staunen über die Leistung des menschlichen Geistes, die Geschichte des Universums, und damit seine eigene Geschichte, entschlüsseln und nacherzählen zu können.