

Lesen und Verstehen wissenschaftlicher Artikel

Dirk Brockmann-Behnsen

An Hand des Bezugsartikels von Immo Appenzeller (SuW 10/2010) wird das Lesen eines solchen wissenschaftlichen Textes geübt. Dazu gibt es zu geeigneten Stellen praktische Aufgabenbeispiele. Weiterhin wird gezeigt, wie in wissenschaftlichem Sinn argumentiert wird. Im Artikel werden wissenschaftliche Forschungsergebnisse grafisch aufbereitet und zum Belegen von Theorien herangezogen. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Aussagen und Berechnungen des Bezugstextes nachvollziehen und üben, dem Text Aussagen gezielt zu entnehmen.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Kosmos, Galaxien	Dunkle Materie , Halos , Entwicklung des Kosmos
Physik	Quantenphysik	Spektralanalyse
Fächer- verknüpfung	Astro-Mathematik	Interpretieren von Graphen , Integration
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen und Er- kenntnis), Unter- richtsmittel	Lesekompetenz, wissenschaftliches Argumentieren, Interpretieren von Graphen

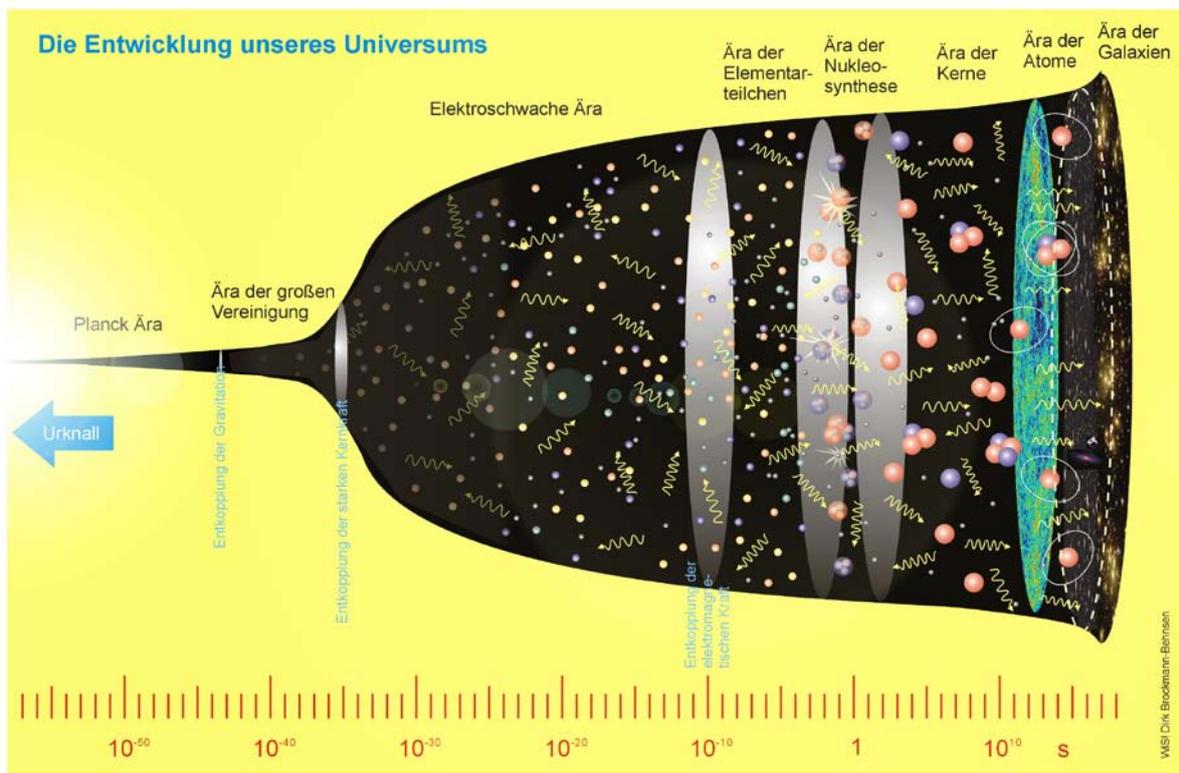


Abbildung 1: Informative Abbildungen von der zeitlichen Entwicklung unseres Universums gibt es viele. Die meisten werfen das Augenmerk vor allem auf deren kosmologischen Aspekte, wie dies auch im Bezugsartikel geschieht. Im Gegensatz dazu wurde bei der obigen Darstellung der Fokus auf die ebenfalls hochinteressanten teilchenphysikalischen Aspekte gelegt, die in besonderer Weise zum Tragen kamen während der Zeit bis zur Transparentwerdung des Universums etwa 380000 Jahre nach dem Urknall sowie beim Aufbau des Periodensystems in Folge der Nukleosynthese in den entstandenen Sternen.

Hintergrund

In internationalen Vergleichsstudien (TIMSS, Pisa etc.) zeigt sich auch bei deutschen Schülerinnen und Schülern ein Mangel bei Fähigkeiten, die als Scientific Literacy zusammengefasst werden: „*Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.*“ (OECD, 1999)

Die Kultusministerkonferenz hat auf diese Befunde mit einer bundesweiten Einigung auf Bildungsstandards reagiert, die von den Bundesländern im Rahmen von Kerncurricula umgesetzt werden.

Im Kerncurriculum des Landes Niedersachsen (2007) wird zwischen inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen unterschieden, die im Unterricht zu vermitteln sind. Unter letzteren befinden sich auch die Kompetenzen „*sachgerecht argumentieren*“, „*Informationsquellen nutzen*“ und „*Bedeutung des Experiments erfassen*“ (ebd., S. 9). Diese Kompetenzen sollen durch die in diesem Artikel vorgeschlagenen Aktivitäten gefördert werden.

Vorschau auf die angebotenen Aktivitäten

Aktivität 1 bezieht sich auf den Abschnitt „*Das Alter und die Entstehung der Galaxien*“ des Bezugsartikels. Die Schülerinnen und Schüler sollen diesen Abschnitt inhaltserfassend lesen und ihr Verständnis an Hand von Kontrollfragen überprüfen. Die Fragen sind gemäß den Operatoren des niedersächsischen Kerncurriculums (MK Nds. 2007, S.105 f.) gestellt.

Aktivität 2 bezieht sich auf den Abschnitt „*Die Suche nach den ersten Sternensystemen*“. Die Schülerinnen und Schüler sollen hier ihr Textverständnis an Hand von eigenen Kontrollrechnungen überprüfen und ihr aus dem Physikunterricht erworbenes Wissen über den Atomaufbau, speziell unter Zuhilfenahme des Bohrschen Atommodells, auf die Aussagen des Texts anwenden.

Aktivität 3 bezieht sich auf den ganzen Bezugstext. Hier steht eine grafische Darstellung der zeitlichen Entwicklung unseres Universums im Zentrum, vergleichbar mit jener auf der Titelseite dieses Artikels. Allerdings wurde bei der Darstellung auf dem Arbeitsblatt die Phase ab etwa dreißig Sekunden Weltalter stark verbreitert, um die kosmologischen Zeitangaben, die sich im Bezugstext finden lassen, geeignet darstellen zu können. Wünschenswert wären schöne Illustrationen aus Zeitschriften oder Internetausdrücke, um eine plakative Darstellung der zeitlichen Entwicklung unseres Universums zu erzeugen in der Art, wie sie zu Beginn dieses Artikels gezeigt wird.

Im Anhang befindet sich neben ausgewählten Lösungen noch eine sehr anschauliche Übertragung der Geschichte unseres Universums auf die Spanne eines Tages, erarbeitet von Amanda L. Proctor und Dr. Douglas P. Hamilton von der University of Maryland. Die Schülerinnen und Schüler könnten die Zeitangaben im Bezugstext ebenfalls auf diese Zeitskala umrechnen und in eine entsprechende Tabelle eintragen.

Aktivität 1:	Inhaltserfassendes Lesen an Hand von Kontrollfragen
Bezug:	Appenzeller (SuW 10/2010), S. 36 f. (Abschnitt: „Das Alter und die Entstehung der Galaxien“)
Aufgabe:	Lesen des bezeichneten Abschnitts, Überprüfung des eigenen Textverständnisses durch Beantwortung von Kontrollfragen.

Lesen Sie den Abschnitt des Bezugstexts aufmerksam durch und überprüfen Sie Ihr Verständnis, indem Sie die nachstehenden Fragen beantworten.

Frage 1:

Diskutieren Sie die Möglichkeiten der Gravitation, im frühen Universum Gasverdichtungen zu bewirken. Berücksichtigen Sie dabei die Effekte der starken Expansion sowie der ausgesprochen isotropen Materieverteilung.

Frage 2:

Nennen Sie zwei Gründe, warum es für die **Dunkle Materie** einfacher war, im frühen Universum Verdichtungen zu bilden, und erläutern sie diese in eigenen Worten.

Frage 3:

Erklären Sie, warum Dunkle und sichtbare Materie, die in Folge überwiegender Gravitation kollabiert, nicht vollständig in sich zusammenstürzt, sondern ein System dynamischen Gleichgewichts bildet.

Frage 4:

Beschreiben Sie, was man unter einem **Halo** versteht.

Frage 5:

Stellen sie Ihnen aus dem atomphysikalischen Unterricht bekannte Mechanismen dar, wie Materie Energie in elektromagnetischer Form abstrahlen kann.

Begründen Sie unter der Voraussetzung, dass Dunkle Materie über diese Mechanismen nicht verfügt, warum die sichtbare Materie zu höheren Dichten komprimiert werden konnte.

Frage 6:

Fassen Sie zusammen, welche zu prüfenden Voraussagen sich aus der im bezeichneten Abschnitt des Artikels erläuterten Theorie zur Galaxienentstehung ergeben.

Aktivität 2:	Inhaltserfassendes Lesen an Hand von Berechnungen
Bezug:	Appenzeller (SuW 10/2010), S. 36 f. (Abschnitt: „Die Suche nach den ersten Sternensystemen“)
Aufgabe:	Lesen des bezeichneten Abschnitts, Überprüfung des eigenen Textverständnisses durch eigene Berechnungen.

Lesen Sie den Abschnitt des Bezugstexts aufmerksam durch und überprüfen Sie Ihr Verständnis, indem Sie die nachstehenden Fragen beantworten und die zugehörigen Berechnungen durchführen.

Frage 1:

Beschreiben Sie die **Galaxienspektren** der Typen SED I und SED V. Gehen Sie dabei auf folgende Punkte ein:

- a) Energieverteilung im Kontinuum
- b) Absorptionskanten
- c) Emissionslinien

Frage 2:

Bezüglich der Absorptionskanten wird im Bezugsartikel (S. 38) auf eine prominente Linie bei ca. 120 nm verwiesen. Bestimmen Sie unter Zuhilfenahme des Bohrschen Atommodells einen Elektronenübergang, der zur fraglichen Wellenlänge passen könnte. Überprüfen Sie auch, ob die ebenfalls beschriebene Stufe bei ca. 100 nm mit einem Intensitätsabfall auf praktisch Null mit dem entsprechenden Grenzkontinuum erklärt werden kann.

Frage 3:

Suchen Sie ebenfalls unter Zuhilfenahme des Bohrschen Atommodells nach geeigneten Elektronenübergängen, welche die Emissionslinien der höheren SED Typen erklären können.

Frage 4:

Zu Beginn von Seite 39 des Bezugsartikels wird die Definition für die Rotverschiebung z verbal angegeben. Notieren Sie diese Definition als Formel und vollziehen Sie die durchgeführten Berechnungen nach.

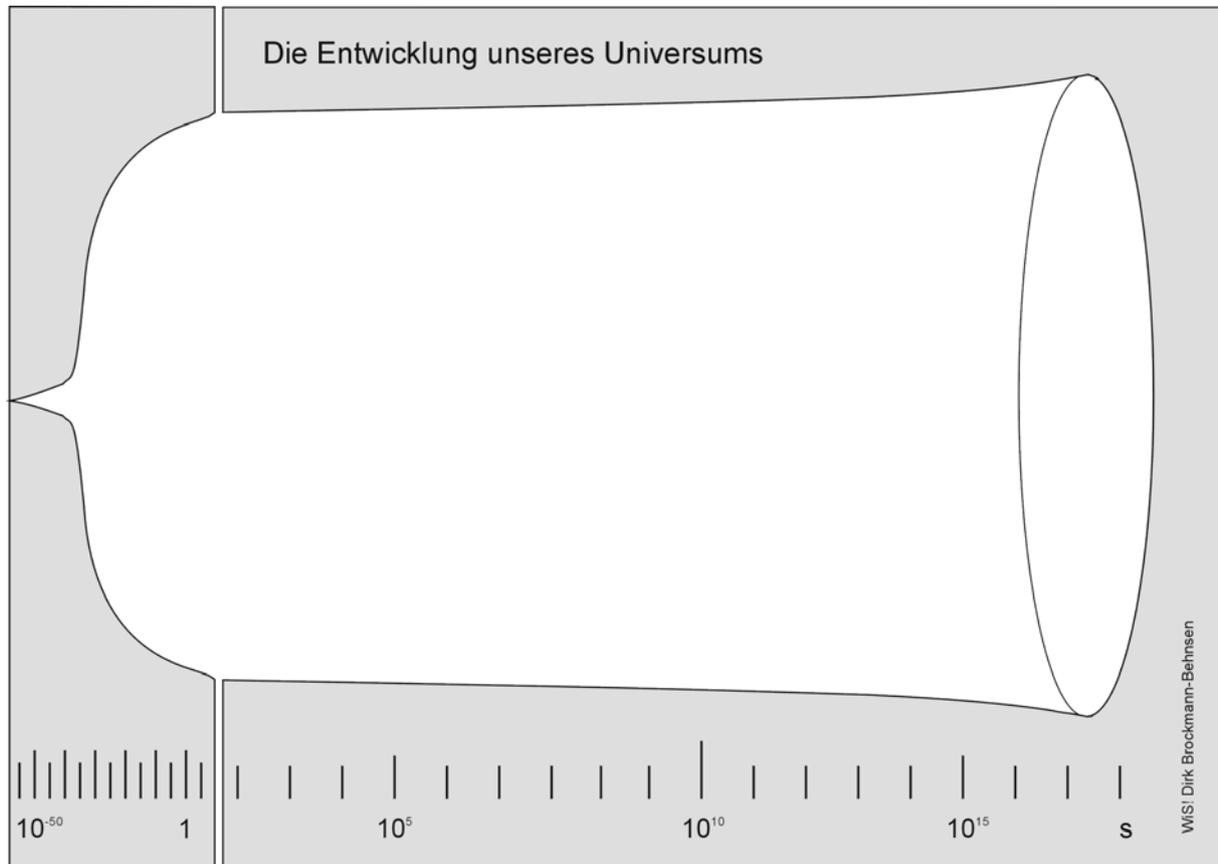
Frage 5:

Übernehmen Sie die **Grafik** auf Seite 42 des Bezugsartikels, in der die relative Sternentstehungsrate in Abhängigkeit der Zeit aufgetragen ist, und skizzieren Sie eine Ausgleichskurve. Da die meisten Sterne sehr lange leben, kann die Fläche unter der Kurve bis zu einem bestimmten Zeitpunkt in grober Näherung als Anzahl der zu diesem Zeitpunkt existierenden Sterne interpretiert werden. Überprüfen Sie die Aussage des Textes, dass bei einem Weltalter von 2,15 Milliarden Jahren erst rund zehn Prozent der aktuellen Sternenmasse existierte.

Aktivität 3:	Strukturierte Sammlung von Informationen aus dem Text
Bezug:	Appenzeller (SuW 10/2010), S. 36 f.
Aufgabe:	Aufnehmen wichtiger Informationen, Zusammenstellung dieser Informationen in einer Grafik, Illustrieren dieser wichtigen Informationen

Entnehmen Sie dem Text Zeitangaben, zu denen wichtige Ereignisse stattfanden und zeichnen Sie diese in die nachstehende Grafik ein. Informieren Sie sich im Internet über die entsprechenden Ereignisse und illustrieren Sie die Grafik entsprechend.

Die nachstehende **Grafik** stellt einen Rahmen für die zeitliche **Entwicklung unseres Universums** dar. Die Zeitskalierung ist logarithmisch, beachten Sie aber den Skalenbruch bei etwa dreißig Sekunden Weltalter.



Anhang: Ausgewählte Antworten zu den Aktivitäten:

Aktivität 2, Frage 2:

In Frage kommt die Lymanlinie $\text{Ly}\alpha$:

$$f = R_H \cdot \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{m^2} \right) = 2,92 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \Rightarrow \lambda = 102,6 \text{ nm}$$

Das entsprechende Grenzkontinuum liegt bei:

$$f = \lim_{m \rightarrow \infty} \left(R_H \cdot \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{m^2} \right) \right) = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \Rightarrow \lambda = 91,2 \text{ nm}$$

Aktivität 2, Frage 3:

Einige Emissionslinien lassen sich als Balmerlinien identifizieren, insbesondere $\text{H}\alpha$.

Aktivität 2, Frage 4:

$$z = \frac{\lambda_{\text{Beob}} - \lambda_{\text{Lab}}}{\lambda_{\text{Lab}}} \Rightarrow \lambda_{\text{Beob}} = (z + 1) \cdot \lambda_{\text{Lab}}$$

Für $z=7$ und die Laborwellenlänge $\lambda=150\text{nm}$ ergibt sich der um den Faktor 8 größere Wert 1200nm.

Aktivität 2, Frage 5:

Zeichnet man eine Ausgleichskurve zur bezeichneten graphischen Darstellung und schätzt die Fläche unter dem Graphen bis zum Zeitpunkt $2,15 \cdot 10^9$ Jahre im Vergleich zur Gesamtfläche unter dem Graphen ab, so kommt man etwa auf ein Zehntel entsprechend zehn Prozent.

Die Geschichte unseres Universums in einem Tag

Diese Zusammenstellung folgt einer Idee von Amanda L. Proctor und Dr. Douglas P. Hamilton von der University of Maryland:

Urknall	00:00:00	Erstes mehrzelliges Leben auf der Erde	22:53:00
Entstehung der ersten Atome	12:00:08	Auftreten der Dinosaurier	23:41:00
Sterne und Galaxien bilden sich	12:29:00	Aussterben der Dinosaurier	23:54:00
Unsere Sonne wird geboren	16:00:00	Erscheinen des Menschen	23:59:56
Die Erde entsteht	16:38:00	Der heutige Tag	24:00:00
Der Mond bildet sich	16:48:00	Die Sonne wird zum Roten Riesen	morgen 08:00:00
Frühestes Leben auf der Erde	17:55:00	Die Sonne wird zum Weißen Zwerg	morgen 08:19:00

Literatur

Appenzeller, I. (2010): Auch Galaxien haben einmal klein angefangen: Neues aus dem frühen Kosmos, in: *Sterne und Weltraum* 10/2010, S. 34 – 43

Grehn, J., Krause, J. (Hrsg.) (2007): *Metzler Physik*, Bildungshaus Schulbuchverlage, Braunschweig

Lyubenova, M., Kissler-Patig, M. (Hrsg.) (2010): *An Expanded View of the Universe*, E-ELT Science Office (ESO-Brochure), Garching

Niedersächsisches Kultusministerium (2007): *Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5 – 10, Naturwissenschaften*, Hannover