

Ablaufplan Kosmologie		
Zeit	Inhalt	Aktion
ca. 15 Minuten	Fragebogen/Test	
	Einleitende Worte (bitte <u>kein</u> Hinweis auf das Ziel der Untersuchung, sondern z.B.: „Es wird etwas Neues ausprobiert.“)	
	„Fragebogen vorher“/Vorwissenstest zur Kosmologie	Den „Fragebogen vorher“/Vorwissenstest ¹ ausfüllen lassen und anschließend einsammeln.
1. Stunde	Kosmologie	Diese Stunde ist recht voll, sodass zügiges Voranschreiten erforderlich ist.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hat das Universum einen Anfang? 2. Das heutige Bild von Universum 3. Das Lichtjahr als astronomische Entfernungseinheit 4. Ein Blick ins Weltall ist ein Blick in die Vergangenheit 5. Das Licht birgt weitere Geheimnisse 6. Spektren der Galaxien 7. Hausaufgabe: Rotverschiebung und Entfernung der Galaxien 	Unterrichtsverlauf im Anhang
2. Stunde	Kosmologie	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rotverschiebung und Entfernung der Galaxien 2. Die Welleneigenschaft des Lichtes 3. Rotverschiebung als Vergrößerung der Wellenlänge 4. Einsteins neue Vorstellung von Raum und Zeit 5. Die Expansion des Raumes als Ursache der kosmologischen Rotverschiebung 6. Der Anfang des Universums 	Unterrichtsverlauf im Anhang
	„Fragebogen zwischen“	Den „Fragebogen zwischen“ ausfüllen lassen und anschließend einsammeln.

¹ Die Schüler bitte darauf hinweisen sich den Code-Namen für die weiteren Fragebögen und Tests zu merken.

Unterrichtsverlauf ²	Medien	Kommentar	Zeit ³
1. Stunde			
<u>Einleitung: Hat das Universum einen Anfang?</u> Im Gegensatz zum Leben auf der Erdoberfläche scheinen die Sterne unveränderlich.	Folie ⁴ 1	Hinweis auf Diskussion dieser Frage in Philosophie und Religion	2'
<u>Das heutige Bild von Universum</u> Am Himmel sichtbare Objekte (Planeten, Sterne, Galaxien) werden vorgestellt und Größenverhältnisse im Weltall mit Hilfe von zwei Modellen veranschaulicht. 1.) Modell Sonnensystem: Die Sonne hat die Größe einer gelben Tischdecke von 1,5 m Durchmesser. 2.) Modell Milchstraße: Das Sonnensystem hat die Größe einer 1-Euro-Cent-Münze.	Folien 1 – 12, Gelbe Tischdecke, 1-Euro-Cent-Münze	Lehrervortrag; Die Schüler schätzen einige der Distanzen und Größenverhältnisse.	10'
<u>Das Lichtjahr als astronomische Entfernungseinheit</u> Lichteinheiten (Lichtjahr, Lichtstunde, etc.) werden als in der Astronomie gebräuchliche Entfernungseinheiten vorgestellt.	Folie 13 - 15, Tafel	Unterrichtsgespräch; Lernzielkontrolle: Die Schüler berechnen die Entfernung zur Sonne in Lichtminuten.	5'
<u>Ein Blick ins Weltall ist ein Blick in die Vergangenheit</u> Aufgrund der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes sehen wir astronomische Objekte zu früheren Zeiten.	Folie 16	Unterrichtsgespräch; Die Schüler sollen den Zusammenhang den beiden Bildern (Dinosaurier, Galaxienkollision) erläutern.	3'
<u>Das Licht birgt weitere Geheimnisse</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Licht lässt sich in ein Spektrum zerlegen ○ Die Spektrallinien sind die ‚Fingerabdrücke‘ der Elemente 	Folie 17, Glühlampe, Prisma, Gasentladungslampen (H, Na, Cd), Handspektrometer	Experiment; Die Schüler betrachten die Spektren unterschiedlicher Gaslichtquellen mit Handspektrometern und ordnen sie mit Hilfe einer Spektraltafel den Elementen zu.	17'
<u>Die Spektren der Galaxien</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Unsere Milchstraße und die anderen Galaxien enthalten Wasserstoff, der im Spektrum der Galaxien identifizierbar ist ○ Die Linien des Wasserstoffs in den Galaxienspektren sind verschoben 	Folie 18 – 20	Unterrichtsgespräch; Gaswolken in Galaxien leuchten in der gleichen Farbe wie die Balmer-Lampe; Am Spektrum einer Beispielgalaxie ist die Verschiebung der Wasserstofflinien sichtbar.	3'
<u>Rotverschiebung und Entfernung der Galaxien</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ An den Spektren ferner Galaxien ist eine Verschiebung der Spektrallinien in Richtung des roten Spektralbereichs erkennbar ○ Die prozentuale Verschiebung der Linien heißt Rotverschiebung 	Arbeitsblatt, Artikel ‚Hannys rätselhaftes Objekt‘ mit Aufgabe	Unterrichtsgespräch; Die Vorgehensweise zur Bearbeitung des Arbeitsblattes wird geklärt; Die Bearbeitung erfolgt als Hausaufgabe; Die Aufgabe zum Artikel ‚Hannys rätselhaftes Objekt‘ ist eine freiwillige Ergänzung zur Hausaufgabe.	5'

² Vorschläge zur Durchführung des Unterrichts mit Beispielen mündlicher Impulse finden sich in der Datei ‚Durchführung_Kosmologie‘.

³ Es handelt sich lediglich um Richtwerte für die Dauer (in Minuten) der einzelnen Abschnitte.

⁴ Die Foliennummerierung entspricht der der Powerpoint-Präsentation ‚Kosmologie_Folien.ppt‘.

Unterrichtsverlauf	Medien	Kommentar	Zeit
2. Stunde			
<u>Rotverschiebung und Entfernung der Galaxien</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Spektren ferner Galaxien weisen eine Rotverschiebung auf ○ Es ist ein Zusammenhang zwischen Verschiebung der Spektrallinien der Galaxien und ihrer Entfernung beobachtbar: Je entfernter eine Galaxie, desto größer ist die Rotverschiebung ihres Spektrums. 	Arbeitsblatt, Arbeitsblatt - Lösung ⁵ , Artikel, Hannys rätselhaftes Objekt' mit Aufgabe, Tafel	Unterrichtsgespräch; Die Schüler stellen ihre Ergebnisse vor; Die Rotverschiebung und ihr Zusammenhang mit der Entfernung der Galaxien werden an der Tafel festgehalten.	10'
<u>Die Welleneigenschaft des Lichtes</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Der Begriff ‚Wellenlänge‘ wird am Beispiel von Wasserwellen verdeutlicht ○ Die Position der Spektrallinien korrespondiert zu einer bestimmten Wellenlänge 	Simulation Wellenwanne, Folie 21	Unterrichtsgespräch; Die Wellenlänge von Wasserwellen wird mittels einer Simulation veranschaulicht.	5'
<u>Rotverschiebung als Vergrößerung der Wellenlänge</u> Rotverschiebung bedeutet eine Vergrößerung der Wellenlänge	Folie 22	Unterrichtsgespräch;	5'
<u>Einsteins neue Vorstellung von Raum und Zeit</u> Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie erklärt die Rotverschiebung durch eine neuartige Beschreibung von Raum und Zeit	Folie 23, Gummibandmodell	Unterrichtsgespräch, Demonstrationsexperiment; Die Schüler versammeln sich um das Modell; Das Gummibandmodell wird vorgestellt.	5'
<u>Die Expansion des Raumes als Ursache der kosmologischen Rotverschiebung</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Experiment 1: Auf statischem Gummiband ändert sich die Wellenlänge nicht ○ Experiment 2: Auf expandierendem Gummiband vergrößert sich die Wellenlänge ○ Experiment 3: Je weiter entfernt die Galaxie, umso mehr vergrößert sich die Wellenlänge 	Gummibandmodell, Tafel, Folie 24 - 25	Unterrichtsgespräch, Demonstrationsexperiment; Verdeutlichung der Ergebnisse durch Videos; Die Expansion als Ursache der Rotverschiebung wird an der Tafel festgehalten.	12'
<u>Der Anfang des Universums</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Dichte im Universum war zu früheren Zeiten größer ○ Der ‚Urknall‘ bezeichnet den Beginn der Expansion und den Zustand größter Dichte ○ Er kennzeichnet - aus physikalischer Sicht- den Beginn des Universums 	Gummibandmodell, Tafel	Unterrichtsgespräch, Demonstrationsexperiment; Die Zeit wird ‚zurückspult‘, indem das Gummiband kontrahiert wird; Es wird auf weitere Indizien für das Urknallmodell hingewiesen; Weiterführende Materialien finden sich auf der Homepage AG Didaktik der Physik.	3'
‚Fragebogen zwischen‘	Fragebogen	Den ‚Fragebogen zwischen‘ ausfüllen lassen und anschließend einsammeln.	5'

⁵ Eine Muster-Lösung des Arbeitsblattes findet sich in der Datei ‚Arbeitsblatt_Loesung.pdf‘.