Sarah Aretz[1,2] [1]CERN
Andreas Borowski[2] [2]Universität Potsdam
Sascha Schmeling[1]

Schülervorstellungen zur Urknalltheorie

Motivation

Der Urknall markiert den Beginn von Raum und Zeit und allem, was wir kennen. Er ist die „Geburt“ unseres heutigen bekannten Universums und hat damit unser modernes Weltbild geprägt. Gerade diese Vermittlung eines modernen Weltbilds ist ein häufig genannter Wunsch in der Physikdidaktik (Schecker, Fischer & Wiesner, 2004).
Im Bereich der Wissenschaftskommunikation am CERN (Educational Outreach) soll eine Lernsequenz im Bereich der Kosmologie entwickelt werden, welche, wenn möglich, für verschiedene Mitgliedsstaaten kompatibel sein soll. Eine häufig verwendete und wichtige Methode bei der Entwicklung von Unterrichtsmodulen ist die vorherige Untersuchung von Schülervorstellungen (Ausubel, 1968; Anderson, 2007).

Forschungsfragen

Die wenigen vorhandenen Studien in diesem Bereich – darunter eine in Deutschland (Kahnt & Thesing, 2010), eine in Schweden (Hansson & Redfors, 2006) und vier in den USA (Prather et al., 2003; Wallace, 2011; Bailey et al., 2012; Trouille et al., 2013) – deuten bereits erste Unterschiede zwischen den Ländern an. Dies könnte auf zum Teil unterschiedliche Stichproben und Erhebungsinstrumente zurückzuführen sein. Bisher existieren länderübergreifend keine vergleichbaren Studien zu diesem Thema. Daraus ergibt sich die Frage, ob die unterschiedlichen Ergebnisse länderbedingt oder Artefakte der Messung sind. Hieraus leiten sich die Forschungsfragen dieser Studie ab:

- Welche Schülervoraussetzungen sind bei deutschen Schülerinnen und Schülern vor jeglichem Unterricht vorhanden?
- Können die Ergebnisse der Studie von Kahnt & Thesing (2010) reproduziert werden und inwieweit unterscheiden sich diese Vorstellungen mit denen anderer Länder?

Design

Zur Beantwortung der Fragen wurden Schülervorstellungen in einer zur amerikanischen Literatur vergleichbaren Stichprobe erhoben. Als Grundlage dieser Studie dienen mehrere der bereits entwickelten und getesteten offenen Fragen der vier amerikanischen Studien. Diese wurden zunächst ins Deutsche übersetzt und in einer ersten Erhebung in sechs Klassen verschiedener deutscher Schulen aus drei Bundesländern eingesetzt. Insgesamt haben 126 Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 11 und 12 an der Studie teilgenommen.

Methode

Anhand der offenen Schülerantworten wurde induktiv ein Kategoriensystem entwickelt. Alle Antworten wurden in disjunkte Kategorien eingeordnet, wobei eine Schülerantwort auf verschiedene Kategorien passen kann. Beispielsweise die Schülerantwort „Irgendwas hat eine riesige Explosion verursacht, wodurch die Galaxien entstanden sind.“ wird in die Kategorien 'Explosion' sowie 'Entstehung von Galaxien' eingeordnet. Daher ergibt die Summe aller Prozentangaben nicht 100%. Die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil der Schüler und Schülerinnen, welche die entsprechende Kategorie genannt haben. Ein Vergleich mit anderen Studien wird nur gezogen, sofern die Fragestellung bzw. die Kategorien vorhanden und vergleichbar sind.

Ergebnisse

Die folgenden zwei Tabellen stellen Ergebnisse ausgewählter aber repräsentativer Bereiche und Antwortmöglichkeiten der Studie dar.

Assoziationen zur Urknalltheorie	Kahnt & Thesing (D 2010)	Wallace (USA 2011)	Bailey et al. (USA 2012)	Eigene Studie (D 2015)
Stichprobengröße	710	~ 580	219	126
Explosion irgendeiner Art	~[a] 32%	54%	50%	30%
Kollision von Teilchen oder Objekten	–	–	9-11%[b]	22%
Entstehung/Entwicklung des Universums	~[a] 25-34%[b]	45%	33%	39%
Expansion des Universums	~[a] 6%	13%	9%	19%
Beginn/Entstehung von Raum und Zeit	–	–	1%	7%

Tabelle 1: Assoziationen zur Urknalltheorie
a: Schätzung aufgrund der Unleserlichkeit des Histogramms
b: Prozentbereich aufgrund der Kombination verschiedener Kategorien, bei denen nicht klar ist, ob ein Überlapp vorhanden ist

Alter des Universums	Hansson & Redfors (SE 2006)	Bailey et al. (USA 2012)	Eigene Studie (D 2015)
Stichprobengröße	88	239	126
Einige Milliarden Jahre	–	18%	17%
13-15 Milliarden Jahre	–	11%	21%
Es existiert schon immer / ist unendlich alt	~[a]14-33%[b]	21%	6%

Tabelle 2: Alter des Universums
a: Schätzung aufgrund der Unleserlichkeit des Histogramms
b: Prozentbereich aufgrund der Unterscheidung von physikalischer und eigener Sichtweise

Die Ergebnisse zeigen weitverbreitete Schülerfehlvorstellungen wie beispielsweise den Explosionsgedanken beim Urknall (Tabelle 1) von bereits existierender Materie in den leeren Raum oder die Existenz eines Zentrums des Universums (52%). Ein Großteil der deutschen Schülerinnen und Schüler (39%) kennt keinen einzigen der drei Grundpfeiler der Urknalltheorie (Expansion des Universums, kosmische Hintergrundstrahlung, primordiale Nukleosynthese). Die Ergebnisse aus Deutschland konnten teilweise reproduziert werden, allerdings wesentlich detaillierter. Bei einem Vergleich zwischen den Ländern zeigen sich erste Unterschiede. Beispielsweise assoziiert etwa ein Drittel aller deutschen Schülerinnen und Schüler eine Explosion mit dem Urknall, während dies bei etwa der Hälfte aller amerikanischen Studentinnen und Studenten der Fall ist (Tabelle 1). Es zeigt sich, dass deutsche Schülerinnen und Schüler im Ländervergleich teilweise eine leicht bessere Vorstellung bzw. ein leicht besseres Vorwissen rund um die Urknalltheorie besitzen. Es verknüpfen zum Beispiel mehr deutsche Schülerinnen und Schüler explizit die Entstehung von Raum und Zeit mit dem Urknall (Tabelle 1). Auch bei der Frage nach dem Alter des Universums liegen im Vergleich mit amerikanischen Studentinnen und Studenten etwa

doppelt so viele Antworten von ihnen im richtigen Altersbereich von 13 bis 15 Milliarden Jahren, während in den USA ein wesentlich höherer Anteil ähnlich wie bei schwedischen Schülerinnen und Schülern glaubt, dass das Universum schon immer existiert hat bzw. unendlich alt ist (Tabelle 2).

Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen typische Schülervorstellungen zur Urknalltheorie und deuten unter Berücksichtigung der kleinen Stichprobe erste Unterschiede zwischen den Ländern an. Dies legt eine systematische weitere Untersuchung nahe, um diese Unterschiede detaillierter untersuchen zu können. Dafür wird aus den offenen Schülerantworten ein einheitliches Testinstrument entwickelt und nach anschließender Validierung international mit größeren Stichproben eingesetzt. Die Evaluation soll zum einen die Schülervorstellungen möglichst detailliert aufzeigen sowie einen Vergleich der Wissensvoraussetzungen und Fehlvorstellungen zur Urknalltheorie zwischen den verschiedenen Ländern ermöglichen.

Literatur

Anderson, C. (2007). Perspectives on science learning. In: Abell, S.K., Lederman, N.G. (Eds.), Handbook of research on science education. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, 3-30

Ausubel, D. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart, and Winston

Bailey, J.M. et al. (2012). A multi-institutional investigation of students' preinstructional ideas about cosmology. Astronomy Education Review, 11 (1)

Hansson, L. & Redfors, A. (2006). Swedish upper secondary students' views of the origin and development of the Universe. Reserach in Science Education, 36 (4), 355-379

Kahnt, M. & Thesing, A. (2010). Schülervorstellungen zur Kosmologie. In Höttecke, D. (Hrsg.), Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. 263-265

Prather, E.E., Slater, T.F. & Offerdahl, E.G. (2003). Hints of a fundamental misconception in cosmology. Astronomy Education Review, 1 (2), 28-34

Schecker, H., Fischer, H. E. & Wiesner, H. (2004). Kerncurriculum Physik. In A. Pitton (Hrsg.), Chemie- und Physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung, S. 126-128

Trouille, L.E. et al. (2013). Investigating student ideas about cosmology III: Big Bang Theory, expansion, age, and history of the Universe. Astronomy Education Review, 12 (1)

Wallace, C.S. (2011). An investigation into introductory astronomy students' difficulties with cosmology and the development, validation and efficacy of a new suite of cosmology lecture-tutorials. Ph.D. Thesis. University of Colorado at Boulder.