

Entwicklung eines Konzepttests zur Astronomie - Erste Ergebnisse

Philipp Bitzenbauer*, Malte S. Ubben**

*Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Staudtstr. 7, 91058 Erlangen
e-mail: philipp.bitzenbauer@fau.de

**Institut für Didaktik der Physik, Wilhelm-Klemm-Str. 10, 48149 Münster
e-mail: malte.ubben@uni-muenster.de

Kurzfassung

Sterne und das Weltall sind bei Lernenden seit jeher hoch im Kurs, wie die Ergebnisse von Interessensstudien zeigen. Empirische Instrumente zur Erhebung von Vorstellungen oder Konzeptverständnissen Lernender zu Konzepten der Astronomie sind jedoch rar. Im vorgestellten Projekt wird die Entwicklung und Pilotierung von solchen Instrumenten für den deutschen Sprachraum angestrebt. Wir berichten in diesem Beitrag die Ergebnisse der Pilotierung eines ersten Konzepttests zu Sternen, der auf international bereits etablierten Concept Inventories basiert.

1. Einleitung: Forschungsnetzwerk „AstroEdu“

Die Astronomiedidaktik ist wohl einer der ältesten Zweige der Physikdidaktik. Aus empirischer Sicht besteht allerdings noch ein großes Potential in diesem Teilgebiet der Didaktik. Die Erforschung von mentalen Modellen zum Beispiel beschränkt sich meist auf die Themen, welche mit den Himmelskörpern Sonne, Mond und Erde zu tun haben. So besteht zum Beispiel schon eine stark fundierte Datenlage zur Entwicklung der mentalen Modelle zur Erde [1], oder zum Tag-Nacht-Zyklus [2]. Auch liegen aus der Perspektive der Interessensforschung positiv zu deutende Ergebnisse vor – so wird das Themengebiet „Weltall“ sowohl bei Jungen als auch bei Mädchen überdurchschnittlich positiv bewertet [3]. Überdies sind aus der physikdidaktischen Forschung bereits zahlreiche Unterrichtskonzepte zur Astronomie hervorgegangen, welche allerdings meist nicht empirisch evaluiert wurden, da geeignete Instrumente fehlen.

Aus diesem Grund hat sich das Forschungsnetzwerk „AstroEdu“ gegründet, welches sich zum Ziel gesetzt hat, die empirische Datenlage und Forschung zur Didaktik der Astronomie voranzubringen; dazu gehört auch die Entwicklung und Analyse von Instrumenten, die die Erhebung des Konzeptverständnisses von Schülerinnen und Schülern – auch zu fortgeschrittenen Themen der Astronomie – erlauben. Damit wird in Zukunft auch die Evaluation von Unterrichtseinheiten zu komplexeren Themen möglich. Eines der langfristigen Ziele des Netzwerks ist folglich die Entwicklung eines modularen Concept-Inventory zu verschiedenen relevanten Konzepten der Astronomie: des „Astronomy Concept Inventory“ (vgl. Abb. 1).

Im Folgenden wird die Entwicklung und Pilotierung eines ersten Moduls dieses Konzepttests zum Inhaltsbereich „Sterne“ vorgestellt.

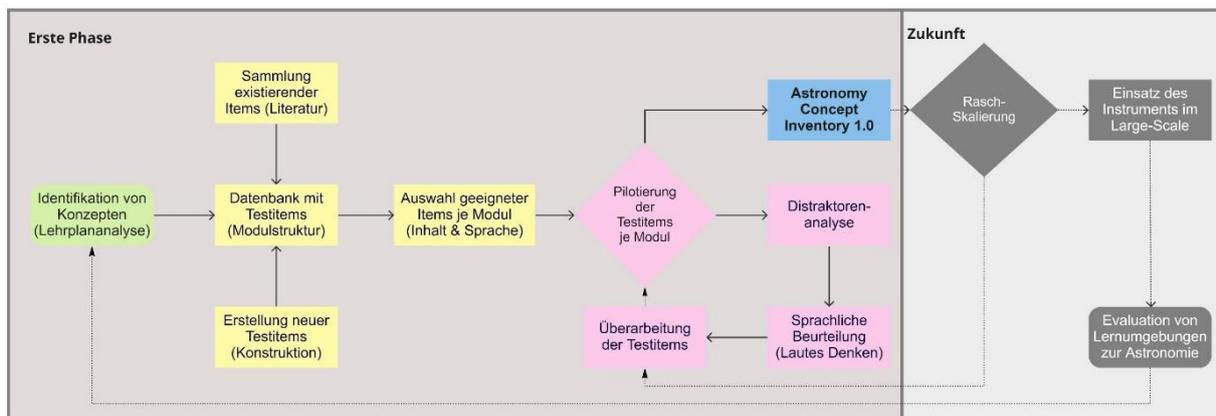


Abb. 1: Entwicklungsplan des Astronomy Concept Inventory. des Netzwerkes AstroEdu

2. Entwicklung des Moduls zum Thema Sterne

Im Gegensatz zu Themen wie „Schwarze Löcher“ oder „Urknalltheorie“ gibt es im Inhaltsfeld „Sterne“ bereits einige international publizierte Konzepttests (z.B. [4, 5]). Deren Items und Skalen wurden bereits umfassend empirisch untersucht, insbesondere mit Blick auf psychometrische Eigenschaften. Aus diesem Grund wurde dieses Themenfeld als Ausgangspunkt für die Entwicklung des ersten Moduls des Astronomy Concept Inventory gewählt. Doch nicht nur aus diesem pragmatischen Grund ist das Themenfeld der Sterne eine sinnvolle Ausgangsthematik, auch findet es zunehmend Einzug in aktuelle Lehrpläne (z.B. seit 2019 in NRW).

Für das Modul wurden insgesamt 52 Items aus bestehenden Instrumenten extrahiert, die nach Expertenübereinstimmung das Inhaltsfeld „Sterne“ in einem für die Schule geeigneten Maß abdecken. Alle Items wurden dichotom kodiert.

3. Pilotstudie

3.1 Setting der Pilotstudie

In einer ersten Pilotierung wurde das Instrument an Physikstudierenden vor Belegung einer Astronomievorlesung getestet – ein Zugang zu Schulen war zur Zeit der Pilotstudie aufgrund der Coronapandemie nicht möglich. An der Befragung haben insgesamt 155 Studierende teilgenommen.

Ziel der Pilotstudie war es, einen ersten Einblick in die psychometrische Qualität des Instruments zu erhalten. Außerdem wurden die Erhebungsdaten genutzt, um Präkonzepte zum Thema Sterne unter den Physikstudierenden zu explorieren. Auf Basis der Ergebnisse soll eine Überarbeitung und Vorselektion der Items vorgenommen werden.

Die Daten wurden folglich sowohl mittels Methoden der klassischen Testtheorie als auch probabilistisch analysiert. Überdies folgte eine qualitative Analyse des Antwortverhaltens der Studierenden (Distraktorenanalyse), um Präkonzepte in der Stichprobe explorativ identifizieren zu können.

3.2 Analyse des Instruments

Die interne Konsistenz des Instruments wurde mit Hilfe von Cronbach's-Alpha auf $\alpha = 0.85$ geschätzt, was als Indikator für eine hohe Reliabilität gewertet wird [6]. Ein eindimensionales Rasch-Modell zeigt eine gute Passung zu den Daten: Die Fit-Parameter liegen im akzeptierten Bereich zwischen 0.7 und 1.3 [7]. Die EAP/PV-Reliabilität liegt bei 0.86, die WLE-Reliabilität besitzt einen Wert von 0.81. Anhand einer Wright-Map (vgl. Abb. 2) zeigt sich, dass die Items für die Stichprobe der Pilotstudie insgesamt etwas zu leicht waren, was mit dem Umstand konsistent ist, dass der Test eher auf Schul- als auf Universitätsniveau ausgerichtet ist. Die Pilotstudie soll nicht zuletzt

deshalb in jedem Fall mit einer Kohorte von Schülerinnen und Schülern wiederholt werden.

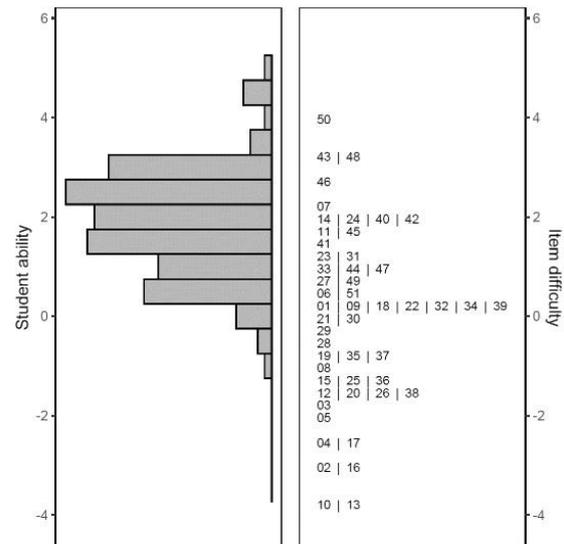


Abb. 2: Wright-Map der Stichprobe an Studierenden vor Belegen einer Astronomievorlesung.

3.3 Erste qualitative Ergebnisse

Abschließend werden noch drei Items genauer vorgestellt, in denen sich Präkonzepte unter den Studierenden andeuten. Zukünftige Studien müssen diese Befunde absichern.

Das erste dieser Items hatte die Entstehung von Atomen (im Item: Sauerstoff, Kohlenstoff und Eisen) zum Untersuchungsgegenstand. Nur rund 59% der Studierenden gaben an, dass diese Atome im Inneren von Sternen entstehen. Es waren 20% der Überzeugung, dass die Entstehung beim Urknall erfolgte, 13%, dass diese Arten von Atomen immer schon da waren und 8%, dass ein Mechanismus im Erdkern dafür verantwortlich ist. Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Rolle von Sternen bei der Entstehung von Elementen noch nicht von fast der Hälfte der Studierenden funktional verstanden wurde und teils gar keine Vorstellung von der Elemententstehung vorherrscht.

Das zweite hervorzuhebende Item adressiert die Frage „Was ist ein Stern?“. Hier gaben zwar 77% die als korrekt gewertete Antwort („Eine heiße Gaskugel, die leuchtet, weil sie Atomkerne zu schwereren Atomkernen verbindet“), doch es entschieden auch 23% der Befragten für einen der Distraktoren: 11% gaben an, dass das Leuchten der Sonne aus der Kernspaltung herrührt, 9% schrieben die Ursache des Leuchtens einer Gasverbrennung zu und 3% gaben sogar an, dass Sterne nur Licht aus einer anderen Lichtquelle reflektieren.

Das dritte hervorzuhebende Item befasste sich ebenfalls mit einer ähnlichen Aussage: Die Probanden sollten angeben, wodurch das Licht der Sterne entsteht. Hierbei wählten 68% „Kernreaktionen im Inneren der Sterne“ als Ursache, jedoch gaben auch 15%

an, dass Chemische Reaktionen im Sterninneren das Licht verursachen, ganze 11% waren der Überzeugung, dass der Grund Reflexion von Sonnenlicht sei und 6% wählten als Ursache Brände auf den Oberflächen der Sterne. Alle drei dieser Items befassen sich mit der Grundfunktionsweise von Sternen – der Kernreaktion. Doch nur 60-80% der befragten Physikstudierenden gaben dies je als Ursache für Sternenleuchten und Elemententstehung an.

4. Diskussion und Ausblick

Die Entwicklung des Concept-Inventory-Moduls zum Thema Sterne bildet den Ausgangspunkt für eine langfristig angelegte Kooperation zur Entwicklung der modularen Astronomy Concept Inventory. Jedes Modul dieses Tests soll für sich gesehen pilotiert und damit ein geschlossenes Erhebungsverfahren darstellen, dass die Anforderungen der empirischen Forschung erfüllt. Die modulare Struktur sichert damit einerseits ab, dass die inhaltliche Breite der Astronomie repräsentiert wird, und ermöglicht Lehrenden und Forschenden eine variable und bedarfsspezifische Nutzung der für den jeweiligen Anlass relevanten Module.

Die hier berichtete Pilotierung des Moduls zum Thema Sterne macht Hoffnung: Die Reliabilität des Instrumentes erweist sich als hinreichend und die Daten zeigen eine gute Passung zum Raschmodell.

In zukünftigen Arbeiten muss der Einsatz des Instrumentes in Schulklassen erprobt und ausgewertet werden. Vor allem interessant ist die Frage, inwiefern das Instrument auf eine Passung für Stichproben der Sekundarstufe I hin adaptiert werden kann, da dort das Thema Sterne in vielen Bundesländern curricular erstmals verankert ist. Denkbar dabei ist eine Kurzform des hier vorgestellten Instruments.

5. Literatur

- [1] Nussbaum, J. (1979): Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross age study. In: *Science Education*, 19(1), 83-93.
- [2] Chiras, A., & Valadines, N. (2008): Day/night Cycle: Mental Models of Primary School Children. In: *Science Education International*, 63(1), 65-83.
- [3] Holstermann, N., & Bögeholz, S. (2007): Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71-86
- [4] Favia, A., Comins, N. F., Thorpe, G. L., & Batzki D. J. (2014). A direct examination of college student misconceptions in astronomy: A new instrument. In: *Journal and Review of Astronomy Education and Outreach*, 1(1), A21-A39.
- [5] Bailey, J. M., Johnson, B., Prather, E. E., & Slater T. F. (2012). *Development and*

Validation of the Star Properties Concept Inventory. In: *International Journal of Science Education*, 34, (14), 2257–2286.

- [6] Blanz, M. (2015). *Forschungsmethoden und Statistik für die Soziale Arbeit: Grundlagen und Anwendungen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- [7] Planinic, M., Boone, W.J., Susac, A., & Ivanjek, L. (2019). Rasch analysis in physics education research: Why measurement matters. In: *Physical Review Physics Education Research*, 15, 020111