

Rainer Wackermann¹
Thomas Schubatzky²
Carina Wöhlke¹
Claudia Haagen-Schützenhöfer²
Hannes Kasimir Lindemann¹
Kai Cardinal¹

¹Ruhr-Universität Bochum
²Karl-Franzens-Universität Graz

Ergebnisse der Item-Entwicklung für einen Klimawandel-Konzepttest

Der anthropogene Klimawandel ist eine der zentralen Herausforderungen aktueller wie auch zukünftiger Generationen und stellt uns vor beispiellose wirtschaftliche, ökologische und soziale Herausforderungen (Schreiner, Henriksen, & Kirkeby Hansen, 2005). Lernende werden in ihrem späteren Leben mit dem Klimawandel und dessen Auswirkungen in Kontakt kommen. Klar ist, dass ein basales Wissen über die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels nicht ausreicht, um einzelne Handlungsoptionen sinnstiftend abwägen zu können (Sander & Höttecke, 2018). Wissen über den Klimawandel kann aber als eine zumindest zum Teil notwendige Voraussetzung für adäquate Reaktionen auf den Klimawandel angesehen werden (z.B. Bedford, 2016; Bord, O'Connor, & Fisher, 2000). Um Aussagen über das Verständnis von zentralen fachlichen Inhalten zum Klimawandel zuverlässig treffen zu können, braucht es dafür geeignete Testinstrumente. Concept-Inventories sind dafür prädestiniert, die Vorstellungen und das Wissen einer großen Anzahl von Personen valide erheben zu können (Schecker & Gerdes, 1999), und dadurch Wissenslücken und potenzielle Instruktionsansätze zu identifizieren. Konzepttests gibt es zum Thema Klimawandel zwar schon (z.B. Keller, 2006; Arslan, Cigdemoglu, & Moseley, 2012), aber aktuell keinen für den deutschsprachigen Raum. Dabei stellt sich die Frage, ob bestehende Konzepttests noch valide sind – etwa bei der „Ozonloch-Vorstellung“ (Niebert, 2010). Hier meinen Lernende, dass es auf der Erde wärmer werden würde, weil durch das Ozonloch mehr Sonnenlicht einstrahlen könne – in Zeiten eines sich schließenden Ozonlochs eine fragliche Vorstellung. Wir stellen erste Ergebnisse der Item-Entwicklung eines aktualisierten und psychometrisch aufbereiteten, auf Deutsch formulierten Klimawandel-Konzepttests vor.

Pilot-Studie mit übersetztem, australischem CCCI

In einem ersten Schritt wurde ein existierendes Climate Change Concept Inventory (CCCI) aus Australien (Jarret & Tackacs 2019) übersetzt und an n = 338 SchülerInnen am Beginn der Sekundarstufe II (unterschiedliche Schultypen) in der Steiermark (Ö) eingesetzt (Schubatzky, Pichler & Haagen-Schützenhöfer, 2020). Das Instrument bestand aus 30 Multiple Choice Fragen zu acht Inhaltsbereichen. Wie man Abbildung 1 entnehmen kann, waren die Items für die untersuchten SchülerInnen insgesamt zu schwierig, es fehlen leichte Items. Das auf Deutsch übersetzte australische CCCI wurde zusätzlich an n = 33 Studierenden im Lehramt Physik (etwa 3. Semester) angewendet, bei der Personenfähigkeit in Abb. 1 als kleine, hellgraue Balken zu erkennen. Die untersuchten Studierenden zeigten erwartungsgemäß eine etwas höhere Fähigkeit als die SchülerInnen. Bei der Pilotierung fiel ferner auf, dass einige Item-Formulierungen verbesserungswürdig waren, zwei Items offensichtlich missverstanden wurden, und das australische CCCI keine ausgewogene Item-Konzept-Verteilung aufweist.

Basierend auf Literatur und durchgeführter Experteninterviews wurden zudem Lücken bzgl. abgedeckter Konzepte (etwa Unterschied Wetter-Klima) aufgedeckt.

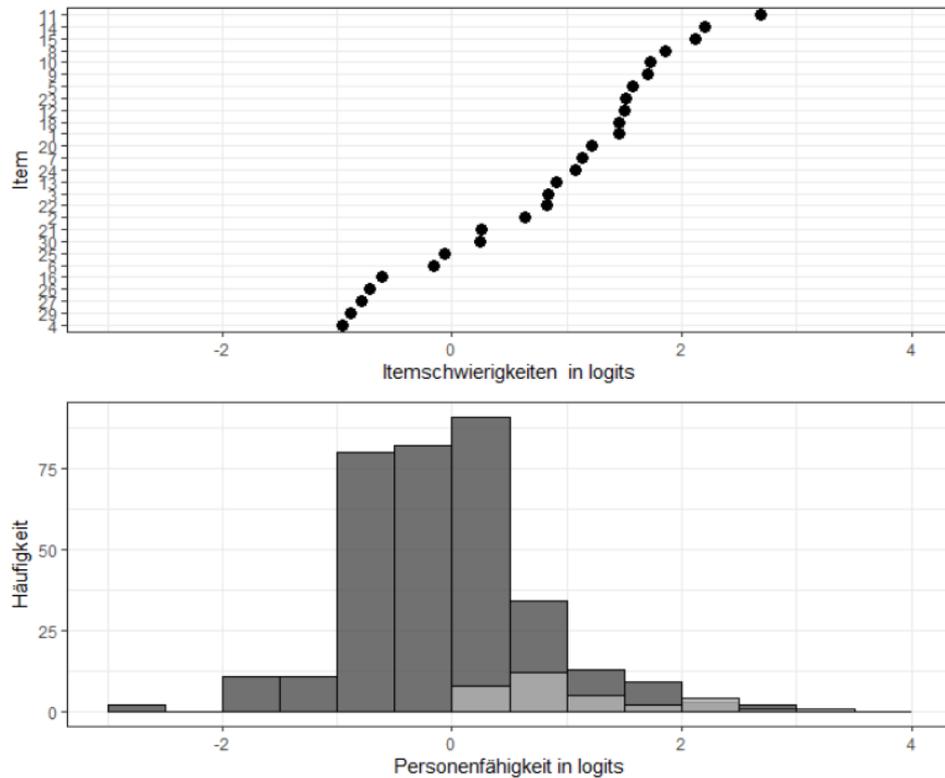


Abb 1. Itemschwierigkeiten und Personenfähigkeiten des übersetzten, australischen CCCIs

Entwicklung eines aktualisierten und optimierten Klimawandel-Konzept-Tests

Nach der Pilot-Studie wurde entschieden, einen aktualisierten und optimierten Klimawandel-Konzept-Test grundlegend zu entwickeln. Unser Vorgehen war dabei ähnlich zu üblichen Entwicklungspfaden von Konzepttests (Nelson et al., 2007). Für die Entwicklung eines dafür geeigneten Multiple-Choice Fragebogens wurden durch Sichtung bestehender Literatur sowie Experteninterviews die folgenden, zentralen fachlichen Inhalte identifiziert: Fakten zur Atmosphäre, Treibhauseffekt, Klima als System, Unterschied Wetter – Klima, und Kohlenstoffkreislauf. Beispielhaft hier die Konzeptualisierung des Konzepts Treibhauseffekt als vierschrüttiger Prozess:

- Der praktisch ungehinderte Weg von Sonnenstrahlung auf die Erdoberfläche, mögliche Wechselwirkung mit (weißen) Wolken und reflektierenden Oberflächen
- Die Absorption von Sonnenstrahlung durch dunkle Erdoberfläche, dadurch Erwärmung, und Re-Emission in Form einer anderen Strahlung (Wärmestrahlung)
- Die teilweise Absorption der von der Erdoberfläche emittierten (Wärme-)Strahlung durch Treibhausgase in der Atmosphäre
- Re-Emission von Wärme-Strahlung durch Treibhausgase, dadurch erhöhte Einstrahlung auf die Erde

Der nächste Schritt bestand aus der Entwicklung offener Fragen, anhand derer insgesamt über 40 Interviews geführt wurden, um Distraktoren sowie Attraktoren für die jeweiligen Fragen zu generieren. Beispielim: Welche Aussage beschreibt den Treibhauseffekt auf der Erde am besten?

- a) Sonnenstrahlung durchdringt die Atmosphäre und erwärmt den Erdboden. Vom Erdboden reflektierte Sonnenstrahlen wird von den Treibhausgasen in unserer Atmosphäre wieder zur Erde reflektiert, sodass diese sich stärker erwärmt.
- b) Treibhausgase beschädigen die Ozonschicht in unserer Atmosphäre und erzeugen so das Ozonloch. Durch das Ozonloch kann mehr Sonnenstrahlung den Erdboden erreichen und ihn deshalb stärker erwärmen.
- c) Treibhausgase in unserer Atmosphäre bündeln die eintreffenden Sonnenstrahlen. Durch die gebündelten Sonnenstrahlen wird die Erde stärker erwärmt.
- d) Sonnenstrahlung durchdringt die Atmosphäre und erwärmt den Boden. Von der Erde abgegebene Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) wird von den Treibhausgasen in unserer Erde absorbiert und unter anderem in Richtung Erde wieder abgestrahlt, sodass diese sich stärker erwärmt.

Die richtige Antwort ist hier d). Tatsächlich wurde in 18 explizit zum Treibhauseffektverständnis durchgeführten offenen Interviews mit ProbandInnen von 9. Klasse bis Anfangsjahre Universität sieben Mal eine Ozonloch-Vorstellung als Erklärung für den Treibhauseffekt genannt. Ein bis drei von den sieben ProbandInnen hielten auf Nachfrage an einer Vorstellung ähnlich b) fest. In nachgelagerten Interviews zur Überprüfung der Verständlichkeit der fertigen Fragen und Antwortmöglichkeiten im Konzeptbereich Treibhauseffekt mit zehn größtenteils neuen ProbandInnen wieder zwischen 9. Klasse und Anfangsjahre Universität wurde die Antwortmöglichkeit b) schließlich von zwei ProbandInnen ausgewählt.

Fazit und Ausblick

Als erstes Ergebnis lässt sich damit festhalten, dass auch im Jahre 2021 unter den befragten deutschsprachigen Jugendlichen und jungen Erwachsenen eine Ozonloch-Vorstellung zur Erklärung des Treibhauseffekts existiert. Geplant ist, im Herbst 2021 größere Stichproben (n~150 Personen) mit dem nun fertigen Multiple-Choice-Fragebogen zu befragen, um die Zuverlässigkeit und die Sensitivität des von uns entwickelten CCCIs zu testen.

Literatur

- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667–1686.
- Bedford, D. (2016). Does climate literacy matter? A case study of US students' level of concern about anthropogenic global warming. *Journal of Geography*, 115(5), 187–197. <https://doi.org/10.1080/00221341.2015.1105851>
- Bord, R. J., O'connor, R. E., & Fisher, A. (2000). In what sense does the public need to understand global climate change? *Public Understanding of Science*, 9(3), 205–218.
- Jarrett, L., & Takacs, G. (2019). Secondary students' ideas about scientific concepts underlying climate change. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1679092>.
- Keller, J. (2006). Development of a Concept Inventory Addressing Students' Beliefs and Reasoning Difficulties Regarding the Greenhouse Effect. Dissertation, University of Arizona.

- Lambert, J. L., Lindgren, J., & Bleicher, R. (2012). Assessing elementary science methods students' understanding about global climate change. *International Journal of Science Education*, 34(8), 1167–1187.
- Nelson, M. A., Geist, M. R., Miller, R. L., Streveler, R. A., & Olds, B. M. (2007). How to create a concept inventory: The thermal and transport concept inventory. In *Annual Conference of the American Educational Research Association*, Chicago, IL.
- Niebert, K. (2010). Den Klimawandel verstehen. Eine didaktische Rekonstruktion der globalen Erwärmung (1. Auflage). Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- Sander, H., & Höttecke, D. (2018). Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 83-98.
- Schecker, H., & Gerdes, J. (1999). Messung von Konzeptualisierungsfähigkeit in der Mechanik. Zur Aussagekraft des Force Concept Inventory. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 5(1), 75–89.
- Schreiner, C., Henriksen, E. K., & Kirkeby Hansen, P. J. (2005). Climate education: Empowering today's youth to meet tomorrow's challenges. *Studies in Science Education*, 41(3), 3–49.
- Schubatzky, T., Pichler, A., & Haagen-Schützenhöfer, C. (2020). Weiter-Entwicklung eines Klimawandel-Testinstruments. *PhyDid B-Didaktik Der Physik-Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 1.