

### **Nature of Science Konzepte im inkluisiven und digitalen Lernsetting entwickeln und überprüfen**

Nature of Science (NOS) umfasst sowohl die Eigenschaften und Prozesse der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, als auch die des naturwissenschaftlichen Wissens. NOS ermöglicht es dem Individuum daher, kritisch zu hinterfragen, welchen Einfluss theoretisch fundierte und zufällige Aspekte auf Forschung haben. Schließlich besteht ein Konsens über die Bedeutung von NOS für den schulischen Unterricht (Kremer, 2010; Neumann & Kremer, 2013).

Als Inhaltsfeld für inklusiven Chemieunterricht eignet sich NOS, weil es einen wesentlichen Teil der naturwissenschaftlichen Grundbildung ausmacht (Holbrook & Rannikmae, 2007). „*Naturwissenschaftliche Grundbildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung.*“ (KMK, 2005, S. 6). Der Verweis auf den Beitrag der naturwissenschaftlichen Grundbildung auf die Allgemeinbildung, kann als eine Forderung nach Teilhabe aller Menschen an der naturwissenschaftlichen Grundbildung aufgefasst werden und steht im Einklang mit den Anforderungen an einen inklusiven, naturwissenschaftlichen Unterricht (Menthe et al., 2017, Abels et al., in diesem Band).

#### **Teilhabe am Lerngegenstand durch digitale Medien im Chemieunterricht**

Eine Möglichkeit, eine Teilhabe am gemeinsamen Lerngegenstand zu erhöhen, verspricht das Universal Design for Learning (UDL). UDL folgt dabei den drei Prinzipien der multiplen Mittel der Repräsentation von Informationen („Was“ des Lernens), der Verarbeitung von Informationen und der Darstellung von Lernergebnissen („Wie“ des Lernens) sowie der multiplen Förderung des Lernengagements und der Lernmotivation („Warum“ des Lernens) (CAST, 2011; Schlüter, Melle, & Wember, 2016). In Kombination mit digitalen Medien ergeben sich enorme Potenziale für die Gestaltungen von barrierefreien Lernumgebungen, die die inhaltliche Arbeit an einem gemeinsamen Lerngegenstand und eine Adaptierung dieser Arbeit durch den Lernenden selbst ermöglicht (Brownell, Smith, Crockett, & Griffin, 2012). So sind beispielsweise die Integration von verschiedensten medialen Repräsentationsformen, die Nutzung einer Vorlesefunktion, die Anpassung von Formatierungen, wie die Skalierung des Bildschirms oder aber Self-Assessments möglich.

#### **Adäquater Einsatz von Assessments in inklusiven Settings**

Die Frage nach geeigneten Assessmentformen für inklusive Lernsettings bleibt innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktik weitgehend unbeantwortet. Einen Anhaltspunkt für ein inklusives Assessment diskutiert Phillips (1994) mit der These des „differential boost“, den Lernenden mit Förderbedarf (SPF) im Vergleich zu Lernenden ohne SPF, durch Akkommodation des Assessments erfahren sollen. Lindstrom (2010) stellt in einer Metaanalyse für die Mathematikdidaktik fest, dass ausschließlich Studien aus dem Elementarbereich einen „differential boost“ beobachten konnten. Dabei wurden diverse Adaptionen, wie leichtere Sprache, der Einsatz einer Vorlesefunktion sowie vielfältige Organisationsstrategien zur Aufgabebearbeitung angewendet.

Neben der Frage nach Outcomes, stellt sich auch die Frage nach der Bedeutung von Hintergrundvariablen. So haben vor allem der sozioökonomische Hintergrund und die Lesefähigkeit einen Einfluss auf die Leistungsmessung (Autorengruppe Bildungsberichterstattung,

2016). Ein auf Inklusion hin orientiertes Assessment sollte daher darauf abzielen, diesen Einfluss zu minimieren. Einen systematischen Zugang zu inklusiven Tests stellt das Universal Design for Assessment (UDA) dar, mit dem Ziel, die Testzugänglichkeit zu erhöhen (Beddow, 2011; Lovett & Lewandowski, 2015).

### Zielstellung der Studie

Die Förderung von NOS-Konzepten stellt ein Schlüsselziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts dar. Entsprechend gilt dies für inklusive Lernsettings, für die bisher wenig Ergebnisse vorliegen, die NOS-Konzepte umfassen. Da die NOS-Konzepte vor allem über die explizite Reflektion entwickelt werden (Mulvey, Chiu, Ghosh, & Bell, 2016) und der Kontext eine untergeordnete Rolle spielt (Bell, Mulvey, & Maeng, 2016), muss eine Lernumgebung zur Förderung von NOS-Konzepten diese explizit und reflektierend adressieren.

Wenn die Teilhabe durch die Nutzung einer digitalen, UDL-basierten Lernumgebung gewährleistet wird, stellt sich die Frage nach einer geeigneten Erfassung der NOS-Konzepte. Hierfür erweist sich das UDA als vielversprechend.

Das Ziel der Studie bestand darin, eine digitale, UDL-basierte, inklusive Lernumgebung und ein geeignetes UDA-basiertes Assessment zu entwickeln und zu überprüfen.

### Fragestellungen

1. Inwiefern lassen sich Hinweise für das Vorliegen von Messinvarianz bei einem UDA-basierten und einem herkömmlichen Assessment bei der Erfassung von NOS-Konzepten nachweisen?
2. Inwiefern wirken Hintergrundvariablen von Schülerinnen und Schülern bei einem UDA-basierten und einem herkömmlichen Assessment gleichermaßen?
3. Inwiefern sind die UDL-Prinzipien wirksam für die Förderung von NOS-Konzepten in einem digitalen Lernsetting?

### Methoden

Zur Beantwortung der Fragen wurden zwei digitale, iPad-basierte Lernumgebungen entwickelt (digital-UDL-basiert und digital). Beide thematisieren die gleiche Aufgabenstellung und haben eine gleiche Informationsquelle in Form eines Videos. Die digital-UDL-basierte Lernumgebung weist, im Gegensatz zur digitalen, mehr Interaktionsmöglichkeiten und zusätzliche Repräsentationsformen des Lerninhalts auf.

Die Lernumgebungen wurden mit einem Likert-Instrument zur Erfassung von NOS-Konzepten kombiniert (Kampa et al., 2016). Dieses Instrument wurde für inklusive Kontexte adaptiert und in einer UDA-basierten Version eingesetzt. Damit ergeben sich vier Lern- und Assessmentbedingungen, die in einem 2x2-Design gegeneinander getestet werden (Tab. 1).

*Tabelle 1 Design der Studie*

	Digitale Lernumgebung	
Assessment	Gruppe 1: UDL & UDA	Gruppe 2: digitales Lernen & UDA
	Gruppe 3: UDL & Originalfragebogen	Gruppe 4: digitales Lernen & Originalfragebogen

Im Prä-Post-Design nahmen 322 Lernende aus Gesamtschulen an der Studie teil. Diese wurden in Kleingruppen einer Untersuchungsgruppe randomisiert zugewiesen.

## Ergebnisse

*Frage 1:* In einem ersten Schritt wurden CFA-basierte Modellvergleiche (UDA und Herkömmlich) zur Messinvarianz zum Messzeitpunkt (MZP) 1 vorgenommen (Chen, 2007; Cheung & Rensvold, 2002). Dabei bestätigen die Analysen eine konfigurale (gleiche Struktur der Item-Faktorladungen über beide Assessments) und eine metrische Invarianz (gleiche Faktorenstruktur und Faktorenladungen) (Reinecke & Pöge, 2010), aber keine skalare Invarianz (gleiche Nullpunkte über alle Variablen) (Tab. 2). Folglich wurden die weiteren Fragestellungen getrennt nach Assessment bearbeitet.

*Tabelle 2 Messinvarianzüberprüfung*

Modell	Stufe der Messinvarianz	$\chi^2$	df	$\chi^2/df$	CFI	RMSEA[CI]	$\Delta CFI/\Delta RMSEA$
A	konfigural	900,531	636	1,41	0,864	0,052 [0,04-0,059]	
B	metrisch	918,188	659	1,39	0,867	0,053 [0,044-0,061]	0,003/0,001
C	skalar	1041,958	682	1,53	0,816	0,061 [0,054-0,069]	-0,051/0,008

*Frage 2:* Es wurden Multiple Regressionen zu MZP 1 durchgeführt, um den Einfluss von Hintergrundvariablen auf die NOS-Skalen zu überprüfen. Im UDA-Assessment werden 10 % der Varianz durch die signifikanten Prädiktoren Interesse und Lesefähigkeit erklärt. Im Originalassessment werden 13 % der Varianz durch die signifikanten Prädiktoren sozioökonomischer Status und Lesefähigkeit erklärt.

*Frage 3:* Einseitige t-Tests im UDA-Assessment zeigen signifikante Lernzuwächse in beiden Lernumgebungen (UDL:  $t(93)=-2,67$ ,  $p < 0,01$ ,  $d = 0,28$ ; Digital:  $t(79) = -3,94$ ,  $p < 0,000$ ,  $d = 0,40$ ). Im Originalassessment zeigt nur die UDL-Lernumgebung signifikante Lernzuwächse (UDL:  $t(72)=-2,03$ ,  $p < 0,05$ ,  $d = 0,29$ ; Digital:  $t(74) = -0,80$ ,  $p = n.s.$ ,  $d = 0,12$ ). Außerdem zeigen einseitige t-Tests einer ersten Subgruppenanalyse auf Basis der Lesefähigkeit, der kognitiven Fähigkeiten sowie dem sozioökonomischen Status, dass sich insbesondere für Lernende mit sehr niedrigen Werten unabhängig von der Assessmentform signifikante Mittelwertsunterschiede mit mittleren bis hohen Effektstärken beobachten lassen (UDL/UDA:  $t(18)=-2,35$ ,  $p < 0,05$ ,  $d = 0,54$ ; UDL/Originalfragebogen:  $t(17)=-2,83$ ,  $p < 0,01$ ,  $d = 0,67$ ).

## Diskussion

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass ein digitales Lernsetting und insbesondere UDL geeignet zu sein scheinen, NOS-Konzepte in inklusiven Settings zu fördern. Gleichzeitig deuten die Ergebnisse auf eine Wechselwirkung zwischen Assessment und Lernsetting hin, bei dem sich ein herkömmliches Assessment als möglicherweise nicht geeignet erweist, spezifische Lernzuwächse im nicht UDL-basierten Setting aufzudecken.

Gerade mit Blick auf die stärker individualisierten Anforderungen von inklusivem Unterricht werden weitere Untersuchungen auf subgruppenspezifische Analysen fokussieren.

## Literatur

- Autorengruppe Bildungsberichterstattung. (2016). *Bildung in Deutschland 2016*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Beddow, P. (2011). Beyond Universal Design: Accessibility Theory to Advance Testing for All Students. In *Assessing Students in the Margin: Challenges, Strategies and Techniques* (S. 581–406). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2016). Outcomes of Nature of Science Instruction along a Context Continuum: Preservice Secondary Science Teachers' Conceptions and Instructional Intentions. *International Journal of Science Education*, 38(3), 493–520.  
<http://doi.org/10.1080/09500693.2016.1151960>
- Brownell, M. T., Smith, S. J., Crockett, J. B., & Griffin, C. C. (2012). *Inclusive instruction Evidence-Based Practices for Teaching Students with Disabilities*. New York & London: The Guilford Press.
- CAST. (2011). Universal Design for Learning (UDL) Guidelines version 2.0. Wakefield, MA: Author.
- Chen, F. F. (2007). Sensitivity of Goodness of Fit Indexes to Lack of Measurement Invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14(3), 464–504.  
<http://doi.org/10.1080/10705510701301834>
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating Goodness-of-Fit Indexes for Testing Measurement Invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 9(2), 233–255.  
[http://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902\\_5](http://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_5)
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362.  
<http://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Kampa, N., Neumann, I., Heitmann, P., & Kremer, K. (2016). Epistemological beliefs in science-a person-centered approach to investigate high school students' profiles. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 81–93. <http://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.04.007>
- KMK. Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (2005). Kultursministerkonferenz. Abgerufen von [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf)
- Kremer, K. (2010). *Die Natur der Naturwissenschaften verstehen: Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I* [Undersatnding the Nature of Science: Investigations about structure and development of competencies in secondary schools].
- Lindstrom, J. H. (2010). Mathematics Assessment Accommodations : Implications of Differential Boost for Students With Learning Disabilities, 46(1). <http://doi.org/10.1177/1053451210369517>
- Lovett, B. J., & Lewandowski, L. J. (2015). *Testing Accomdatons for Students with Disabilities*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Menthe, J., Abels, S., Blumberg, E., Fromme, T., Marohn, A., Nehring, A., & Rott, L. (2017). Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis* (S. 800–803). Regensburg: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP).
- Mulvey, B. K., Chiu, J. L., Ghosh, R., & Bell, R. L. (2016). Special education teachers' nature of science instructional experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(4), n/a-n/a.  
<http://doi.org/10.1002/tea.21311>
- Neumann, I., & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen – Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 209–232.
- Phillips, S. E. (1994). High-Stakes Testing Accommodations: Validity Versus Disabled Rights. *Applied Measurement in Education*, 7(2), 93–120. [http://doi.org/10.1207/s15324818ame0702\\_1](http://doi.org/10.1207/s15324818ame0702_1)
- Reinecke, J., & Pöge, A. (2010). Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse. In C. Wolf & H. Best (Hrsg.), *Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse* (S. 775–804). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Schlüter, A.-K., Melle, I., & Wember, F. B. (2016). Unterrichtsgestaltung in Klassen des Gemeinsamen Lernens. *Sonderpädagogische Förderung heute*, 61(3), 270–285.