Entwicklung eines Instruments zur Analyse der Nachhaltigkeitskompetenz

Cornelia Grossen, Sebastian Stuppan, Markus Rehm, Eric Wyss, Markus Wilhelm

Kontakt: cornelia.grossen@phlu.ch

HINTERGRUND

Hintergrund des Forschungsprojekts

- «**GLOBE»** (Global Learning and Observation to Benefit Environment) ist ein internationales Bildungsangebot.
- Im Rahmen des Forschungsprojekts «GLOBE-Lernangebote mit Transferwirkung» entstand das **Citizen-Science-basierte Lernangebot** «Wie geht es unseren Fliessgewässern?». Hierbei wurde der für die GLOBE-Lernangebote üblicherweise genutzte Forschungskreislauf angewandt und mit der Umsetzung verschiedener Probehandlungen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung (NE) erweitert (Abb. 1).
- **Nachhaltigkeitskompetenz** wird als die Gesamtheit an kognitiven Fähigkeiten sowie damit verbundene motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften zum Lösen nachhaltigkeitsrelevanter Probleme und Gestalten einer nachhaltigen Entwicklung bezeichnet (Riess et al., 2018; Waltner, 2020; Weinert, 2001).
- Im Projekt wird ein Instrument entwickelt, das zur Erhebung der Nachhaltigkeitskompetenz dienen soll. Es wird vor und nach der Durchführung des Lernangebots eingesetzt (Prä-Post-Design).

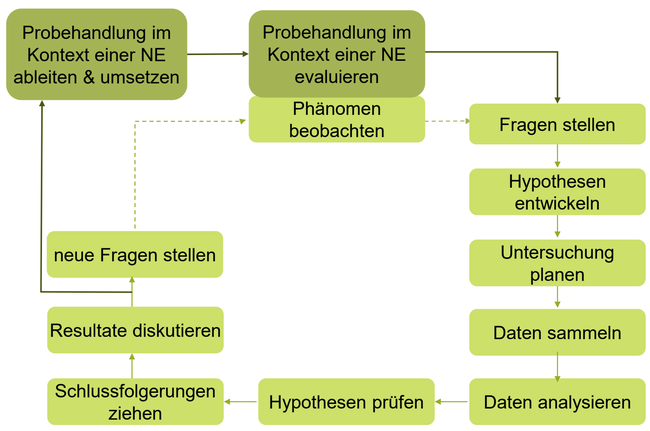

Abb. 1 Angestrebter Paradigmenwechsel von GLOBE

FORSCHUNGSDESIGN

Das Rahmenmodell der Nachhaltigkeitskompetenz basiert auf der **Rahmenkonzeption der naturwissenschaftlichen Kompetenz** in PISA 2022 (Kastorff et al., 2023; OECD, 2017).

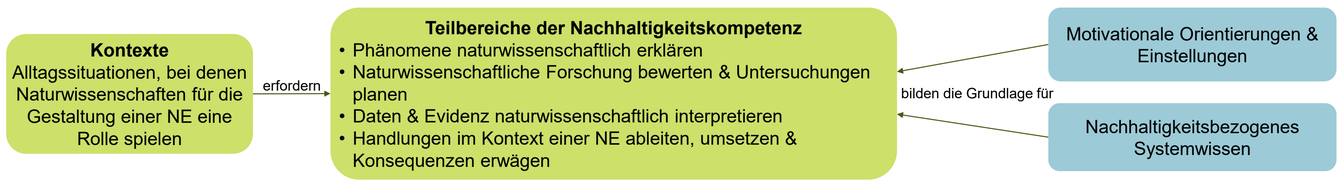

Abb. 2 Rahmenmodell der Nachhaltigkeitskompetenz adaptiert nach Kastorff et al. (2023) sowie OECD (2017)

Das Instrument zur Analyse verschiedener Bereiche der Nachhaltigkeitskompetenz wurde im **Design Based Research-Ansatz** (Abb. 3) entwickelt und validiert. Es umfasst:

- Ein Teilinstrument zur Analyse **motivationaler Orientierungen und Einstellungen**. Dieses erfasst die Konstrukte Wirksamkeitsattribuierung, Ambiguitätstoleranz, epistemische Neugier sowie persönlichen/gesellschaftlichen Nutzen.
- Ein Teilinstrument zur Analyse des **nachhaltigkeitsbezogenen Systemwissens** (Mensch-Umwelt-System). Systemwissen wird in BNE-Kompetenzmodellen als zentral ausgewiesen (De Haan et al., 2008; UNESCO, 2017) und umfasst vers. Dimensionen und Niveaustufen (Mehren et al., 2018; Mehren et al., 2016).

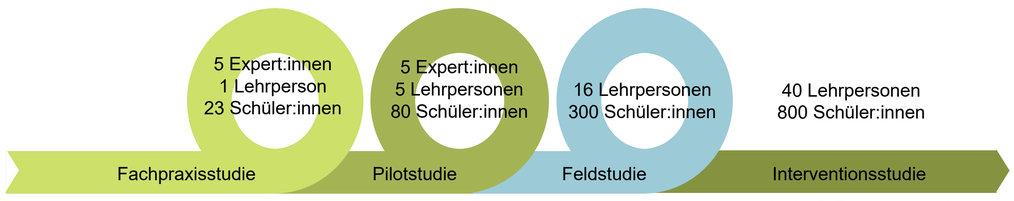

Abb. 3 Forschungsdesign

FRAGEN

Hauptfragestellungen Feldstudie

1. Inwiefern ist es möglich, ein valides Instrument zur Analyse verschiedener Bereiche der Nachhaltigkeitskompetenz zu entwickeln?
2. Können die Konstrukte Wirksamkeitsattribuierung, Ambiguitätstoleranz, epistemische Neugier sowie persönlicher/gesellschaftlicher Nutzen durch eine konfirmatorische Faktorenanalyse abgebildet & reliabel gemessen werden?
3. Inwiefern ist es möglich, ein reliables, valides und handhabbares Instrument zur Analyse des nachhaltigkeitsbezogenen Systemwissens (Mensch-Umwelt-System) zu entwickeln?

METHODE

Das Instrument wurde iterativ mittels Expert:innenbefragungen, Pilotierungen in Schulklassen und Überarbeitungen entwickelt (Lecher, 1997; Mehren et al., 2018; Roczen et al., 2021).

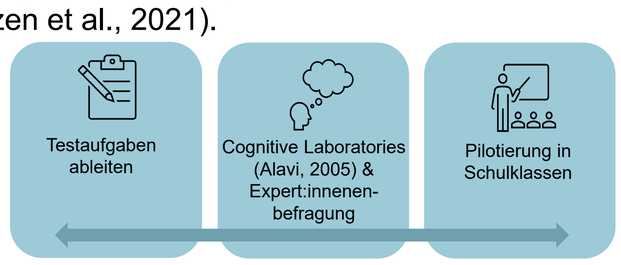

Abb. 4 Methodisches Vorgehen bei der Testentwicklung

ERGEBNISSE FELDSTUDIE

Teilinstrument zur Analyse motiv. Orientierungen & Einstellungen

- Der Fragebogen umfasst **4 Skalen** und wurde in 16 Schulklassen validiert *(N = 277).*
- Model fit der **konfirmatorischen Faktorenanalyse**
  χ^2 (*277*) = 195.656, *p* < *.001*, CFI = .941, SRMR = .057, RMSEA = .059

Tab. 1 Die 4 Skalen mit den Cronbachs-Alpha Werten und Itembeispiele

Skala	α	Itembeispiele
Wirksamkeitsattribuierung (Li & Monroe, 2018) Persönliche Wirksamkeit 3 Items Kollektive Wirksamkeit 3 Items Mangel an Wirksamkeit 3 Items	 0.74 0.62 0.61	Ich bin bereit, etwas zu verändern, um die Qualität der Fliessgewässer zu verbessern.
Ambiguitätstoleranz (Reis, 1997) 3 Items	0.78	Ich umgehe Probleme, die mir unlösbar erscheinen.
Epistemische Neugier (Markey & Loewenstein, 2014; Naylor, 1998; Stuppan et al., 2024) 3 Items	0.92	Im Unterricht über Fliessgewässer will ich mehr über das Thema erfahren.
Persönlicher und gesellschaftlicher Nutzen (Shin et al., 2022) 3 Items	0.78	Was ich im Unterricht über Fliessgewässer lerne, kann ich im Alltag bauchen.

Teilinstrument zur Analyse des nachhaltigkeitsbezogenen Systemwissens

- Die **13 Testaufgaben** wurden vor der Validierung von 6 Expert:innen in das empirisch validierte Modell für Systemwissen (Mehren et al. 2018; Roczen et al., 2021) eingeordnet (Tab. 2).
- Die Aufgaben sind in einem Testheft aufgeführt, das in 16 Schulklassen validiert wurde *(N= 264).*
- Die Auswertung der Testaufgaben erfolgte nach der Methode von Roczen et al. (2021).
- Die **Teststatistik** zeigt folgende Ergebnisse:
  - t(526) = -2.578, *p = .0.005*
  - Prä-Test: *M = 10.97, SD = 4.19*
  - Post-Test: *M = 11.90, SD = 4.08*
  - Cohen's *d = .22*

Einblick in ausgewählte Testaufgaben:

Tab. 2 Die Aufgaben eingeordnet von Experten in das Modell für Systemwissen. Die Komplexität der Aufgabe steigt mit zunehmender Niveaustufe

	Systemorganisation & -verhalten Struktur / Grenze / Emergenz / Interaktion / Dynamik	**Systemädaquate Handlungsintention** Prognose / Regulation
Niveau-stufe 1	Aufgabe 1 Aufgabe 3.1 Aufgabe 5.1 Aufgabe 10.1	Aufgabe 8.1
Niveau-stufe 2	Aufgabe 2 Aufgabe 3.2 Aufgabe 4.2 Aufgabe 5.2 Aufgabe 7 Aufgabe 10.2 Aufgabe 12	Aufgabe 6 Aufgabe 8.2 Aufgabe 9 Aufgabe 11 Aufgabe 13
Niveau-stufe 3	Aufgabe 4.3 Aufgabe 5.3 Aufgabe 10.3	Aufgabe 8.3

DISKUSSION

Teilinstrument zur Analyse motivationaler Orientierungen und Einstellungen

- Die Skalen der Konstrukte Ambiguitätstoleranz, Epistemische Neugier sowie Nutzen weisen insgesamt eine gute bis sehr interne Konsistenz auf (min. α = 0.78 max. α = 0.92).
- Die Subkskalen zur «Persönlichen Wirksamkeit» und «Mangel an Wirksamkeit» liegen mit α = 0.62 und α = 0.61 knapp unter dem akzeptablen Wert.

Teilinstrument zur Analyse des nachhaltigkeitsbezogenen Systemwissens

- Das Lernangebot hat einen statistisch signifikanten Einfluss auf das nachhaltigkeitsbezogene Systemwissen, t(526) = -2.578, *p = .005.*
- Nach der Durchführung des Lernangebots (*M = 11.90, SD = 4.08*) schneiden die Schüler:innen im Test signifikant besser ab als zu Beginn der Durchführung (*M = 10.97, SD = 4.19*).
- Die Effektstärke nach Cohen (1992) entspricht einem schwachen Effekt (*d = .22).*

AUSBLICK

- Einzelne Items der Konstrukte «Kollektive Wirksamkeit» sowie «Mangel an Wirksamkeit» werden im Hinblick auf die Interventionsstudie adaptiert.
- In Zukunft wird mittels Rasch-Modell der Schwierigkeitsgrad der Testaufgaben mitbeschrieben.
- Fach- und Systemwissen sind eng miteinander verknüpft (Sweeney, 2004). Um das Vor- bzw. Fachwissen der Proband:innen konstant zu halten, wird ein Legefilm als Aufgabenstamm eingesetzt (Mehren et al., 2018; Roczen et al., 2021).

Alavi, S. M. (2005). On the adequacy of verbal protocols in examining an underlying construct of a test. In Stud. Educ. Evaluation (Studies in Educational Evaluation) 31, Heft 1, S. 1-26. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2005.02.004 | Baumgartner, E., Bell, P., Brophy, S., Hoadley, C., Hsi, S., Joseph, D., Orrill, C., Puntambekar, S., Sandoval, W., & Tabak, I. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. Educational Researcher, 32, 5–8. https://doi.org/10.3102/0013189X032001005 | Fögele, J., Mehren, R. & Rempfler, A. (2020). Wissen vernetzen. Concept Maps im Geographieunterricht. In Praxis Geographie, 50 (2020) 4, S.10-14. | Hoppe, T. & Riess, W. (2021). Evaluation und Förderung von ökologischen Facetten einer Nachhaltigkeitskompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe 1. In Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen. 25, 27-44. https://doi.org/10.11576/zdb-3734 | Kastorff, T., Rönnebeck, S., Neumann, K., Sessler, S., Diedrich, J. & Schiepe-Tiska, A. (2023). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2022. Entwicklungen und mögliche Herausforderungen. In D. Lewalter, J. Diedrich, Goldhammer, O. Köller & Reiss, K. (Hrsg.). PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse Deutschland. Waxmann. https://doi.org/10.31244/9783830998488 | Klees, G., & Tillmann, A. (2015). Design-based research als Forschungsansatz in der Fachdidaktik Biologie. Entwicklung, Implementierung und Wirkung einer multimedialen Lernumgebung im Biologieunterricht zur Optimierung von Lernprozessen im Schülerlabor. Journal für Didaktik der Biowissenschaften, 6, 91-110. | Lecher, T. & Hoff, E.H. (1997). Die Umweltkrise im Alltagsdenken. Beltz. | Li, C. & Monroe, M. C. (2018). Development and Validation of the Climate Change Hope Scale for High School Students. Environment and Behavior, 50(4), 454-479. https://doi.org/10.1177/0013916517708325 | Markey, A. & Loewenstein, G. (2014). Curiosity. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), International handbook of emotions in education (pp. 228–245). Routledge/Taylor & Francis Group. | Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J. & Urlich-Riedhammer, E. (2018). System competence modelling: Theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social, and human-environment systems. In Journal of Research in Science Teaching 55, Heft 5, S. 685-711. | Mehren, R., Rempfler, A., Ullrich-Riedhammer, E.-M., Buchholz, J. & Hartig, J. (2016). Systemkompetenz im Geographieunterricht. ZfDN. https://doi.org/10.1007/s40573-016-0047-y | Naylor, F. D. (1981). A State-Trait Curiosity Inventory. Australian Psychologist, 16(2), 172–183. https://doi.org/10.1080/00050068108255893 | OECD. (2017). PISA 2015 science framework. In OECD (Hrsg.), PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving (S. 19–48). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264281820-3-en | Reis, J. (1997). Ambiguitätstoleranz. Beiträge zur Entwicklung eines Persönlichkeitskonstruktes. Roland Asanger Verlag. | Riess, W., Mischo, C. & Waltner, E.-M. (2018). Ziele einer Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schule und Hochschule: Auf dem Weg zu empirisch überprüfbaren Kompetenzen. GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society, 27(3), 298–305. https://doi.org/10.14512/gaia.27.3.10 | Roczen, N., Fischer, F., Fögele, J., Hartig, J., Mehren, R (2021). Measuring System Competence in Education for Sustainable Development. Sustainability, 13, 4932. https://doi.org/10.3390/su13094932 | Schmiedebach, M., Wegner, C. (2021). Design-Based Research als Ansatz zur Lösung praxisrelevanter Probleme in der fachdidaktischen Forschung. In Bildungsforschung 2, 1-10. https://doi.org/10.25656/01:23920 | Shin, D.D., Lee, M., Jung, S.J., Bong, M. (2023). Relative Effects of Classroom Utility Value Intervention on the Science Motivation of Girls and Boys. Res Sci Educ 53, 593–612. https://doi.org/10.1007/s11165-022-10070-w | Stuppan, S., Wildhirt, S., Rehm, M. & Wilhelm, M. Development and validation of a scale to measure epistemic curiosity in learning tasks. https://zenodo.org/records/11471840 | Sweeney, L.B (2004). Thinking about Everyday Systems. Harvard: Cambridge, MA, USA, 2004 Waltner, E.-M., Riess, W. & Mischo, C. (2019). Development and Validation of an Instrument for Measuring Student Sustainability Competencies. Sustainability, 11(6), 1717. https://doi.org/10.3390/su11061717 | Wehling, Hans-Georg (1977). Konsens à la Beutelsbach? In S. Schiele & H. Schneider (Hrsg.) Das Konsensproblem in der politischen Bildung. Anmerkungen und Argumente zur historischen und politischen Bildung, Band 17 (S.173-184). Klett. | Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hg.), Beltz Pädagogik. Leistungsmessungen in Schulen (2. Aufl., 16-31). Beltz.Lecher, T., Hoff, E.H. (1997). Die Umweltkrise im Alltagsdenken. Beltz.

Informationen zum Projekt «GLOBE-Lernangebote mit Transferwirkung»