



Wie erschließen Lehramtsstudierende komplexe BNE-Systeme in der Chemie?

Krenare Ibraj, Markus Prechtl

Motivation

BNE erfordert, dass Lernende komplexe Systeme analysieren und verstehen.^[1] **Systems Thinking (ST)** unterstützt dies, indem es chemische Konzepte mit Nachhaltigkeitsdimensionen verknüpft und so die Auseinandersetzung mit **Socio-scientific Issues** ermöglicht.^[2,3] Da **ST** explizit vermittelt werden muss, benötigen Lehrkräfte ein Verständnis des Ansatzes und seiner Umsetzung im Unterricht.^[4] Die aufzubauenden **ST-Fähigkeiten** werden mit ergebnisorientierten Fähigkeitslisten beschrieben.^[5,6] Die **prozessorientierte Perspektive** dieser Studie ergänzt diese ergebnisorientierte Sichtweise, indem sie den Umgang von Lehramtsstudierenden mit komplexen Systemen zum Forschungsgegenstand macht.

Studiendesign

- **Qualitative Interview-Studie** ▪ Semi-strukturierte Think-Aloud Interviews ▪ Einzelinterviews ▪ Lehramtsstudierende ▪ Fach Chemie ▪ $N = 25$ ▪
- **Systems-Oriented Concept Map Extension** ▪ Erstellt von Erstautorin ▪ Was-wäre-wenn-Fragen ▪ System der **Lithiumproduktion** ▪

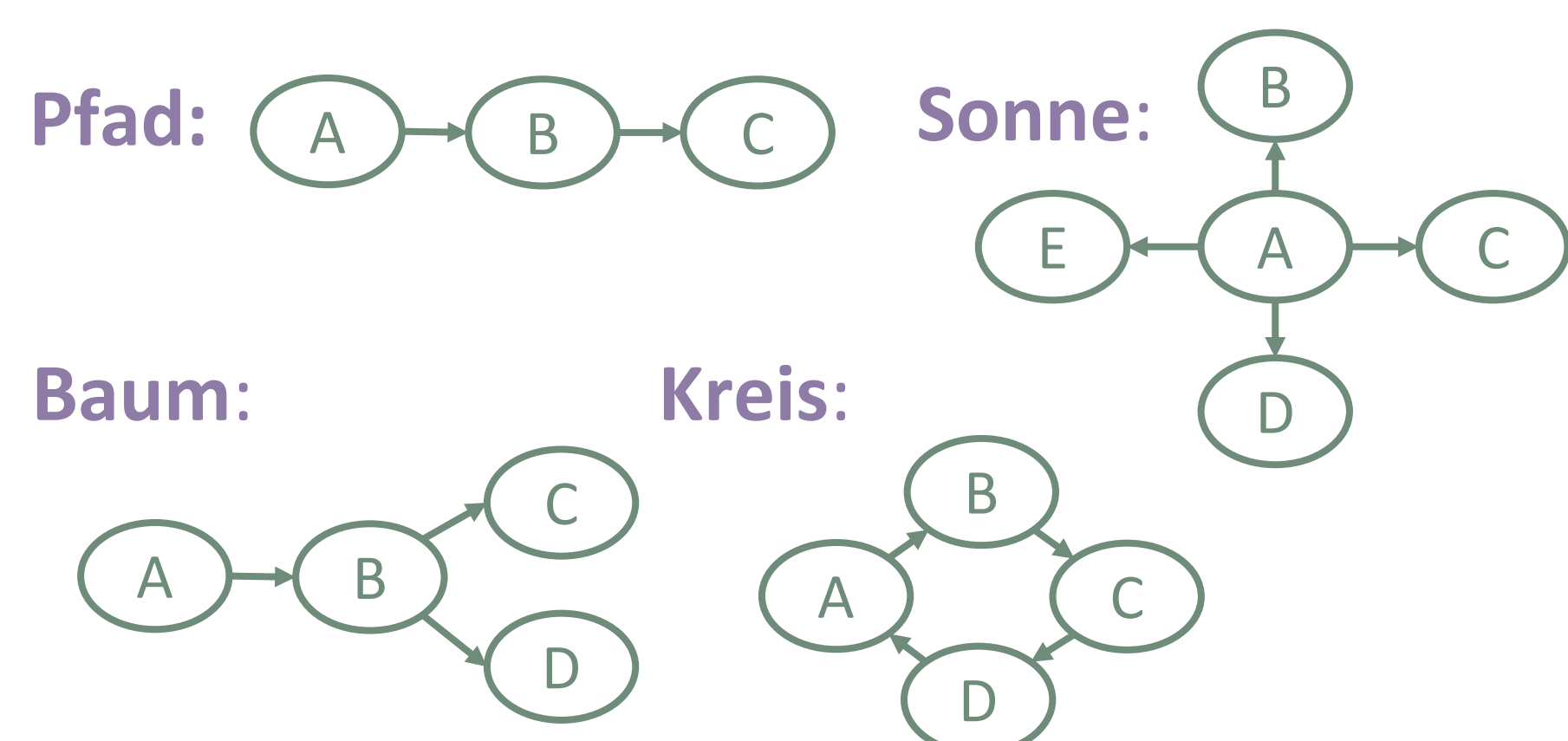
PHASE	REKONSTRUKTION	ANWENDUNG	REFLEXION
MATERIAL			
AUFGABE	Beschreibung des Systems anhand der Visualisierung.	Anwendung des Systems durch Beantwortung der Was-wäre-wenn-Fragen, die eine Systemkomponente verändern.	Reflexion der vorherigen Antwort unter Einbezug von Kernaspekten der Systemtheorie.

Ergebnisse

- Die Interviews wurden transkribiert. ▪ Zusätzliches Videomaterial zeigt die Nutzung der Visualisierung. ▪ Die Daten stammen aus den Was-wäre-wenn-Fragen. ▪ *Was wäre, wenn es stärker als üblich in der Atacama-Salzwüste regnet? Welche Auswirkungen hätte dies auf das System?* ▪

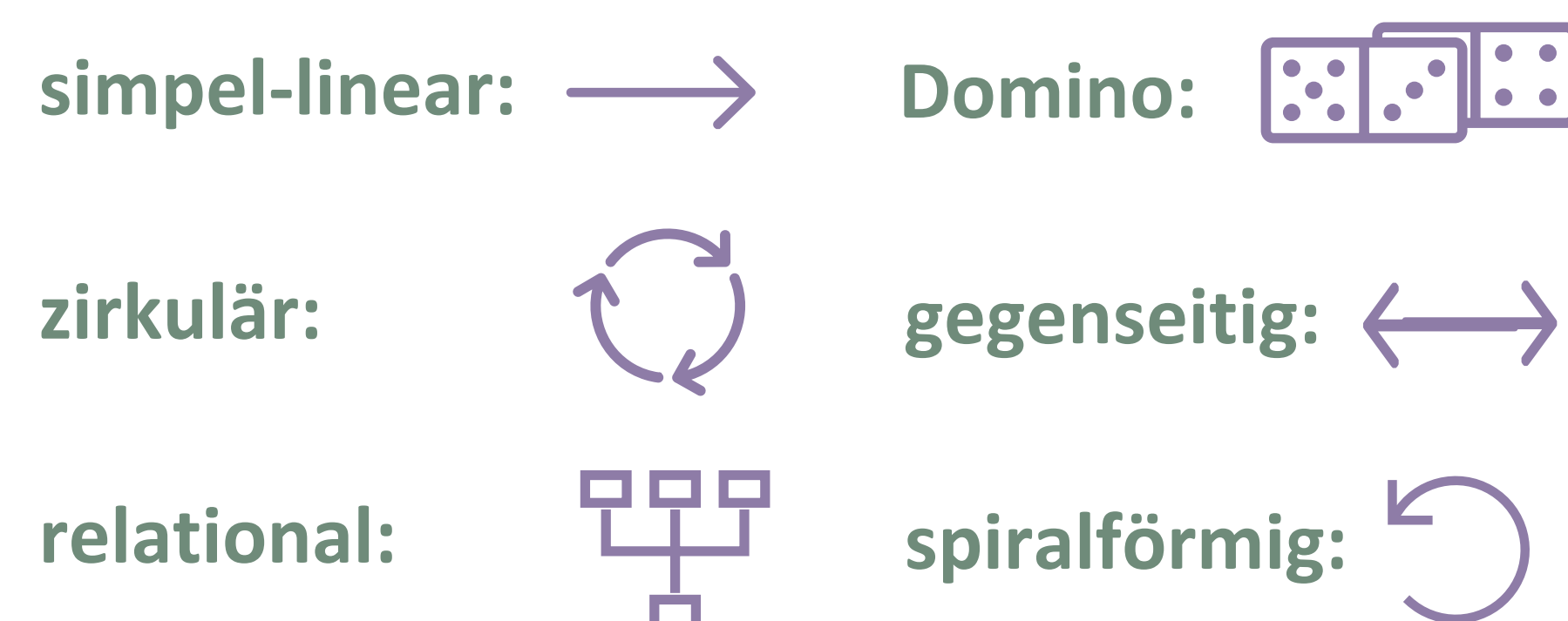
Forschungsfrage 1)

Eine Netzwerkanalyse rekonstruierte die **Wege der Lehramtsstudierenden durch das System** und identifizierte vier unterschiedliche Arten, Systeminformationen zu organisieren.



Forschungsfrage 2)

Mittels deduktiver qualitativer Inhaltsanalyse wurden **Erklärungen von Zusammenhängen** untersucht. Zur Beschreibung der kausalen Beziehungen dienten sechs Kausalitäten^[7] als analytischer Rahmen:



Forschungsfrage 3)

Die **Untersuchung des Umgangs mit der Komplexität** des Systems erfolgte durch induktive qualitative Inhaltsanalyse. Dabei wurden sechs Strategien identifiziert:

- **Analogiebildung** ▪ **Abwägung** ▪
- **Perspektivübernahme** ▪ **Narration** ▪
- **Visualisierung nutzen** ▪ **Rein- & Rauszoomen**

Wir bekommen möglicherweise keine reinen lithiumhaltigen Lösungen, weil darin noch andere Salze gelöst sind. Diese können dann nicht so effizient weiterverarbeitet werden – zum Beispiel mit Natriumcarbonat und so weiter – und anschließend zu Lithiumcarbonat für die Verwendung in Lithium-Ionen-Batterien weiterverarbeitet werden. Ich würde also sagen, dass starke Niederschläge durchaus einen Einfluss auf die Produktion von Lithium-Ionen-Batterien haben, indem sie diese weniger effizient machen. [Strategie: **Rauszoomen**; Kausalität:

Fazit

Die Ergebnisse zeigen, wie Lehramtsstudierende komplexe Systeme auf drei Ebenen erschließen: Organisation von Informationen, kausale Schlussfolgerungen und Strategieanwendungen zum Umgang mit Komplexität. Erste Ergebnisse zeigen eine Orientierung an Vereinfachungen wie etwa linearen Pfaden, einfachen kausalen Erklärungen und vertrauten Analogien. Dies unterstreicht den Bedarf, **flexiblere Zugänge zu Komplexität** und ein **Bewusstsein für unterschiedliche Formen der Auseinandersetzung mit Systemen** zu fördern.



Literatur

[1] Zowada, C., Niebert, K. & Eilks, I. (2019). Wenn nicht jetzt, wann dann? Nachhaltigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 30(172), 2-9.

[2] Mahaffy, P.G., Matlin, S.A., Whalen, J.M. & Holme, T.A. (2019). Integrating the Molecular Basis of Sustainability into General Chemistry through Systems Thinking. *Journal of Chemistry Education*, 96, 2730-2741. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00390

[3] Orgill, M., York, S. & MacKellar, J. (2019). Introduction to Systems Thinking for the Chemistry Education Community. *Journal of Chemistry Education*, 96, 2720-2729. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00169

[4] Szozda, A.R., Bruyere, K., Lee, H., Mahaffy, P.G. & Flynn A.B. (2022). Investigating Educators' Perspective toward Systems Thinking in Chemistry Education from international Contexts. *Journal of Chemistry Education*, 99, 2474-2483. DOI: 10.1021/acs.jchemed.2c00138

[5] Gill, T. & McCollum, B. (2024). Identifying, Rating, and Categorizing Elements of Systems Thinking in Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 101(8), 2976-2988. DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c01070

[6] Assaraf, O.B. & Orion, N. (2005). Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560. DOI: 10.1002/tea.20061

[7] Grotzer, T. A. (2012). *Learning causality in a complex world: Understandings of consequence*. Rowman & Littlefield Education a division of Rowman & Littlefield Publishers Inc.

