

Ann-Kathrin Weidemann¹
Nico Schreiber¹
Claudia Tenberge²
Anna Windt¹

¹Universität Münster
²Universität Paderborn

Systemisches Denken im Sachunterricht mit Lösungsbeispielen fördern

Einleitung

Herausforderungen wie der Klimawandel, die rasche Weiterentwicklung von Technologien sowie politische Veränderungen beschäftigen unsere Gesellschaft und das alltägliche Leben. Solche Herausforderungen zeichnen sich dabei durch komplexe Systeme aus. Um diese analysieren und dazu angemessene Handlungsmöglichkeiten entwickeln zu können, wird die prozessbezogene Kompetenz des systemischen Denkens benötigt. Sachunterricht bietet mit seinen verschiedenen Bezugsfächern eine besondere Möglichkeit, diese Kompetenz bereits bei Grundschüler*innen anzubahnen. Im Projekt *SysDeSU* soll in einer Interventionsstudie im Prä-Post-Design mit 220 Viertklässler*innen deshalb untersucht werden, wie systemisches Denken im Sachunterricht gefördert werden kann. In der hier präsentierten Pilotstudie wurde zunächst die Eignung der entwickelten Intervention zum Lösungsbeispiel und des Tests untersucht.

Aktueller Stand

Bisher wurde das systemische Denken in der Grundschule nur in wenigen Studien hinsichtlich Messung und Förderung untersucht (z.B. Sommer, 2006; Frey et al., 2025). Typische Förderansätze sind spezielle Unterrichtseinheiten, Concept Maps, Computersimulationen oder Systemmodelle (u.a. Sommer, 2006; Frey et al., 2025). Dagegen wurden Förderansätze, die sich u.a. auch im Sachunterricht zur Förderung von anderen prozessbezogenen Kompetenzen bewährt haben, beim systemischen Denken bisher nicht untersucht. Dazu gehören z. B. Lösungsbeispiele (z. B. Viefers, 2025) und der Ansatz der expliziten Instruktion (Chen & Klahr, 1999), die beide zur Förderung systemischen Denkens in der Grundschule geeignet scheinen.

Fragestellungen

(F1): Inwiefern eignet sich das digitale **Lösungsbeispiel** mit impliziten und expliziten Instruktionen hinsichtlich Schwierigkeit und Dauer der Bearbeitung für Viertklässler*innen?
(F2): Inwiefern eignet sich der **Test** hinsichtlich klassischer Testgütekriterien und Dauer der Bearbeitung für Viertklässler*innen?

Stichprobe und Design

An der Pilotierung nahmen 43 Viertklässler*innen teil, die zunächst ein digitales Lösungsbeispiel zum System *Wiese* (in Anlehnung an Mambrey et al., 2022) bearbeiteten. Das Lösungsbeispiel gliedert sich nach den sechs Teilkompetenzen systemischen Denkens (Mehren et al, 2018, vgl. auch Tabelle 1). Dabei ist das Lösungsbeispiel nach etablierten Gestaltungs-

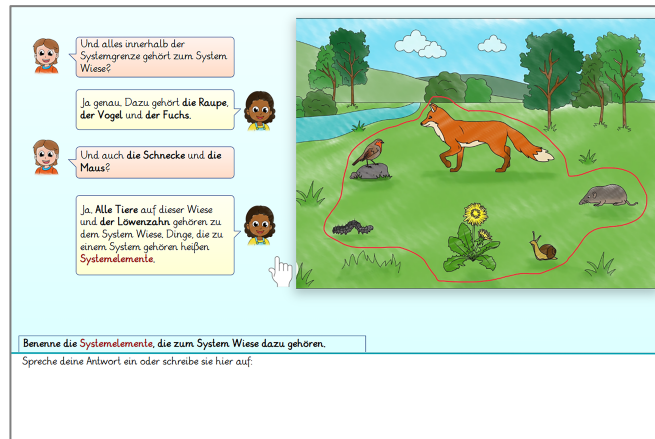


Abb.1: Ausschnitt aus dem Lösungsbeispiel zur Teilkompetenz „Systemelemente benennen“

kriterien (vgl. z. B. Schüßler, 2017) aufgebaut, wie z. B. eine passende Text-Bild-Kombination oder Prompts zu Selbsterklärungen. Ferner wurden durch die digitale Umsetzung verschiedene Unterstützungsangebote ermöglicht, wie z.B. die Wahl bei der Perzeption von Information (Lesen und Vorlesen lassen) oder beim Antwortformat (schriftlich oder mündlich) (vgl. UDL, Schlüter et al., 2016). Besonderer Wert wurde auf geeignete Repräsentationen gelegt, weil sich neun- bis zwölfjährige Kinder beim systemischen Denken neben Fachwissen und Präkonzepten, insbesondere bei den Teilkompetenzen der Systemorganisation (vgl. Teilkompetenzen 1 - 4 in Tabelle 1), auf Repräsentationen beziehen (Mambrey et al., 2022). Der Test umfasst die Systeme *See*, *Buche* und *Verdauung*. Bei den Systemen handelt es sich laut Lehrplan NRW und Schulbuchanalyse um für den Sachunterricht typische und relevante Systeme. Jedes System gliedert sich, wie das Lösungsbeispiel, nach den sechs Teilkompetenzen systemischen Denkens. Dabei wurde jeweils auf möglichst ähnliche Aufgabenstellungen und Repräsentationen zum Lösungsbeispiel geachtet, weshalb bisherige Testinstrumente aus der Grundschule (u.a. Sommer, 2006; Fletcher & Kleintech, 2018; Mambrey et al., 2022) nicht verwendet werden konnten. Wie im Lösungsbeispiel konnten die Aufgaben auf Wunsch vorgelesen und die Antwort getippt oder gesprochen werden. Alle Schüler*innen bearbeiten ein Lösungsbeispiel mit impliziten Instruktionen. 16 Schüler*innen erhielten zusätzlich im Rahmen des Lösungsbeispiels eine explizite Instruktion zu jeder Teilkompetenz. Die Datenerhebung erfolgte digital am iPad per Bildschirmaufzeichnung mit Ton. Diese wurden anschließend teilautomatisiert transkribiert. Nach der Transkription wurden die Antworten anhand deduktiv gewonnener Kategorien zunächst unabhängig doppelt kodiert ($\kappa = .87$) und bei Abweichung Konsens hergestellt. Die Beantwortung von *F1* erfolgt durch die Ermittlung der Itemschwierigkeit bei den impliziten und expliziten Selbsterklärungen sowie der Bearbeitungsdauer. *F2* wird durch die Analyse klassischer Testgütekriterien (Itemschwierigkeit (*P*), Trennschärfe (*r_i*) und interner Konsistenz (Cronbachs α)) sowie anhand der Bearbeitungsdauer beantwortet.

Ergebnisse

Lösungsbeispiel: Die Itemschwierigkeit der Aufgaben im Lösungsbeispiel liegt bei $.56 \leq \rho \leq .86$. Die Selbsterklärungen weisen eine Itemschwierigkeit von $.33 \leq \rho \leq .53$ bei der

impliziten und $.24 \leq \rho \leq .65$ bei der expliziten Instruktion auf. Die Bearbeitungsdauer liegt im Mittel bei 37 Minuten ($\bar{x}_{\text{implizit}}$: 31 Min., $\bar{x}_{\text{explizit}}$: 43 Min.).

Test: Die Itemschwierigkeiten liegen bei $.07 \leq p \leq .84$ mit starker Streuung (vgl. Tabelle 1). Die Trennschärfen liegen bei $-.02 \leq r_i \leq .57$. Cronbachs α beträgt .79. Den Test bearbeiteten die Schüler*innen der impliziten Gruppe im Mittel in 28 Minuten (min. 14 Min., max. 51 Min.), die der expliziten in 22 Minuten (min. 12 Min., max. 45 Min.).

Teilkompetenzen systemischen Denkens (Mehren et al., 2018)		System See		System Buche		System Verdauung	
		P	r_i	P	r_i	P	r_i
Items je Teilkompetenz	Systemgrenze beschreiben	.64	-.02	.83	.24	.57	.17
	Systemelemente benennen	.32	.18	.41	.46	.22	.34
	Wirkungsbeziehungen beschreiben	.61	.34	.52	.53	.48	.57
	Wirkungsketten beschreiben	.14	.18	.07	.34	.25	.47
	Vermutungen beschreiben	.26	.22	.47	.50	.24	.56
	Handlungsmöglichkeiten beschreiben	.36	.53	.37	.56	.36	.53

Tab. 1: Itemschwierigkeiten (P) und Trennschärfen (r_i) im Test zu den Teilkompetenzen

Diskussion

Beim Lösungsbeispiel zeigt sich eine Streuung der Itemschwierigkeit, wobei die Selbsterklärungen im Rahmen der expliziten Instruktion erwartbar tendenziell etwas schwieriger ausfallen. Optimierungsbedarf gibt es bei ausgewählten Repräsentationen und Bild-Text-Kombinationen. Beim Test sind hinsichtlich der Itemschwierigkeit die Items zur Teilkompetenz *Wirkungsketten beschreiben* (Systeme *See* und *Buche*) auffällig. Hinsichtlich der Trennschärfe fallen eher die Items zum System *See* auf sowie das Item zur Systemgrenze beim System *Verdauung*. Um die Testgütekriterien für die Hauptstudie zu verbessern, werden Erklärungen zu den Teilkompetenzen im Lösungsbeispiel überarbeitet sowie einzelne Aufgabenstellungen und Repräsentationen im Test optimiert. Außerdem werden Erklärungen zu Fachbegriffen des systemischen Denkens sowie zu Systemelementen in den Repräsentationen im Test so hinterlegt, dass die Kinder bei Bedarf diese Erklärungen durch Anklicken anfordern können. Die Bearbeitungsdauer ist angemessen für Viertklässler*innen, weil Lösungsbeispiel und Test jeweils innerhalb einer Unterrichtsstunde bearbeitet werden konnten. Der Unterschied in den Bearbeitungszeiten zwischen den Gruppen soll verringert werden, indem ausgewählte Aufgabenstellungen für die Gruppe mit ausschließlich impliziten Instruktionen umfangreicher beantwortet werden müssen. Außerdem zeigte sich bei Beobachtungen während der Datenerhebung, dass die Kinder in die digitale Lern- und Testumgebung eingeführt werden müssen, weshalb in der Hauptstudie ein „Tool-Crash-Kurs“ vorab durchgeführt wird. Insgesamt zeigt sich, dass das Lösungsbeispiel hinsichtlich Schwierigkeit und Dauer ($F1$) sowie der Test hinsichtlich klassischer Testgütekriterien und Dauer ($F2$) für Schüler*innen der vierten Klasse für eine Interventionsstudie zum systemischen Denken geeignet sind.

Literatur

- Chen, Z. & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120.
- Fletcher, S. & Kleinteich, A. (2018). Die Entwicklung des technischen Systemdenkens im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(1), 85-100.
- Frey, S., Beege, M., Tramowsky, N. & Rieß, W. (2025). Entwicklung und Validierung eines Messinstruments zur Erfassung systemischen Denkens zum Klimawandel bei Grundschülerinnen und Grundschülern. *Zeitschrift für Didaktik Der Biologie (ZDB)*, 30(1), 1–24.
- Mambrey, S., Schreiber, N. & Schmiemann, P. (2022). Young students' reasoning about ecosystems: The role of systems thinking, knowledge, conceptions, and representation. *Science Education*, 52(1), 79-98.
- Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J. & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2018). System competence modeling: theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social, and humanenvironment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 685–711.
- Schlüter, A.-K., Melle, I. & Wember, F. (2016). Unterrichtsgestaltung in Klassen des Gemeinsamen Lernens. *Sonderpädagogische Förderung heute*, 61(3), 270-285.
- Schüßler, K. (2017). *Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht*. Logos.
- Sommer, C. (2006). *Untersuchung der Systemkompetenz von Grundschulern im Bereich Biologie*. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:8-diss-16528>
- Viefers, R., (2025). *Förderung der Variablenkontrollstrategie im Sachunterricht - Wirksamkeit verschiedener Selbstlernmaterialien in Abhängigkeit von individuellen Lernervoraussetzungen*. Logos.