

Ein theoretischer Blick auf systemisches Denken für eine BNE – Konkretisierung an einem System um Bienen und Menschen

Die Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) erfordert einen „kompetenten Umgang mit Komplexität, Dynamik und Zielpluralität“ (Bräutigam, 2014, S. 7). Eine Schlüsselkompetenz hierbei ist das systemische Denken, das dazu befähigt, komplexe Wirklichkeitsbereiche als Systeme zu erkennen, in Modellform zu beschreiben, innerhalb dessen zu operieren und auf dieser Grundlage Prognosen sowie Maßnahmen zur Nutzung und Regulation solcher Systeme zu entwickeln (Mehren et al., 2016, S. 151). Dabei umfasst systemisches Denken auch die Fähigkeit, Grenzen und Aussagekraft der Modelle kritisch zu beurteilen (Frischknecht-Tobler et al., 2008, S. 20).

Modelle systemischen Denkens

Ansätze aus verschiedenen Fachrichtungen beleuchten systemisches Denken und seine Förderung aus unterschiedlichen Perspektiven, weisen jedoch Überschneidungen ihrer Kerninhalte auf. Im Folgenden werden anhand einer Auswahl dieser Modelle Gemeinsamkeiten und spezifische Akzente herausgearbeitet, die für die Entwicklung von Lernmaterialien und die Erstellung eines geeigneten Analyseinstruments genutzt werden sollen (Abb. 1):

Ossimitz (2000)	Dimensionen systemischen Denkens	Vernetztes Denken	Dynamisches Denken			Systemgerechtes Handeln		–	Denken in Modellen	
Frischknecht-Tobler et al. (2008)	Kompetenzbereiche	Kompetenzkomplex A: Systemkonstruktion				Kompetenzkomplex B: Systemnutzung		–	–	
		Modelle beschreiben	Dynamik erfassen			Prognosen treffen	–	–		
					Handlungsentwürfe beurteilen					
Rieß et al. (2015)	Kompetenzdimensionen	Systemmodellierungsfähigkeit				Systemische Problemlösefähigkeit		–	Beurteilung v. Modell u. -anwendung	
Mehren et al. (2016, 2018)	Kompetenzdimensionen	Systemorganisation		Systemverhalten			Systemadäquate Handlungsintention		Systemadäquates Handeln	–
	Teildimensionen	Systemstruktur	Systemgrenze	Systememergenz	Systeminteraktion	Systemdynamik	Systemprognose	Systemregulation	–	–

Abb. 1: Modelle systemischen Denkens (in Anlehnung an Mehren et al., 2016)

In der Mathematikdidaktik beschreibt Ossimitz in seinem Modell zur Entwicklung systemischen Denkens vier Dimensionen: 1. *Vernetztes Denken*, 2. *Dynamisches Denken*, 3. *Denken in Modellen* und 4. *Systemgerechtes*

Handeln (Ossimitz, 2000, S. 52). Die beschriebenen Dimensionen seien nicht als direkt operationalisierbare Kompetenzen zu verstehen (2000, S. 129). Dies geschieht jedoch in Kompetenzmodellen anderer Fachdidaktiken und wird hier unter Bezug auf die Teildimensionen nach Mehren et al. (2016) konkretisiert.

Vernetztes Denken (Abb. 1) beinhaltet eine Identifikation von Systemelementen, Relationen und Rückkopplungen zwischen diesen (*Systemstruktur*) sowie die Abgrenzung eines Systems zu seiner Umwelt durch die das System betrachtende Person (*Systemgrenze*). Das *Dynamische Denken* beschreibt das Systemverhalten durch bestehende Wirkungen (*Systeminteraktion*), ablaufende Prozesse (*Systemdynamik*) und ein Bewusstsein, wie sich das Zusammenspiel von Faktoren auf untergeordneten Systemebenen auf darüberliegende auswirken kann (*Systememergenz*). Eine weitere Dimension, die allen Modellen gemein ist, ist *Systemgerechtes Handeln*. Dazu zählt die Kompetenz, Prognosen über die Entwicklung eines Systems zu treffen, mögliche Handlungsentwürfe zu entwerfen und diese zu beurteilen (Frischknecht-Tobler et al., 2008, S. 30; Mehren et al., 2016, S. 151).

Neben Gemeinsamkeiten finden sich Unterschiede in der Einteilung und Bezeichnung der Dimensionen. So unterscheiden Mehren et al. mentale Handlungsintentionen von systemadäquatem Handeln im Realraum (2016, S. 154). Eine reflexionsorientierte Dimension findet sich lediglich bei Ossimitz (2000) als *Denken in Modellen* sowie bei Rieß et al. (2015). Darin werden ein Bewusstsein über Vereinfachungen bei der Modellbildung sowie eine Beurteilung der Gültigkeit des Modells betont (Ossimitz, 2000, S. 58).

Bildung für Nachhaltige Entwicklung und die Rolle der Mathematik

Betrachtet man die obigen Modelle systemischen Denkens im Kontext der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), bietet sich für die Entwicklung von Lernmaterialien eine Verknüpfung der vier Dimensionen mit den Kompetenzbereichen *Erkennen*, *Bewerten* und *Handeln* (Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung, Schreiber & Siege, 2016) an.

Erkennen ist das zielgerichtete und effektive Einsetzen von Kommunikationswerkzeugen, zur Konstruktion von Wissen (Schreiber & Siege, 2016, S. 90). Es spielt eine zentrale Rolle bei der Betrachtung eines Realitätsausschnitts als System, insbesondere bei der Identifikation von Systemelementen und deren Relationen (*Vernetztes Denken*), sowie bei der Analyse dynamischer Beziehungen. Der Kompetenzbereich *Bewerten* zeigt sich als „kritische Reflexion und [...] Abwägen unterschiedlicher Werte“ (Schreiber & Siege, 2016, S. 91). Zum Tragen kommt dies vor allem bei der Beurteilung langfristiger Entwicklungen des Systemverhaltens (*Dynamisches Denken*),

beim Diskutieren verschiedener Handlungsoptionen (*Systemgerechtes Handeln*) sowie in der Modellreflexion (*Denken in Modellen*). *Handeln* wird beschrieben als „Fähigkeit, [...] eigene Rechte und Interessen, aber auch die anderer verteidigen zu können“ (Schreiber & Siege, 2016, S. 92) und ist der Dimension *Systemgerechtes Handeln* zuzuordnen.

Die Mathematik hat bei der Bearbeitung von Nachhaltigkeitsthemen die Möglichkeit, „die Auseinandersetzung um nachhaltige Entwicklung und globale Zukunftsfähigkeit wissenschaftlich zu fundieren und komplexe Vorgänge [...] zu strukturieren“ (Reiss et al., 2016, S. 300). Skovsmose (1998) fordert dazu eine reflexive Betrachtung der Anwendung mathematischer Methoden, insbesondere im Hinblick auf die Angemessenheit von mathematischen Modellen und deren Nutzen und Grenzen im jeweiligen Kontext.

Entwicklung von Materialien im Rahmen eines Promotionsprojektes

Im Rahmen des Promotionsprojektes von Johanna Brück bilden die obigen Überlegungen die Grundlage für die Entwicklung von Lernmaterialien und die Analyse von Lernendenprodukten. Bisher wurden Materialien zu einem System um Bienen und Menschen mit Bezügen zu den Themenfeldern Lebensmittelanbau und -produktion, Bestäubung und Artenvielfalt entwickelt. Ein Mystery und zwei Arbeitsblätter wurden in einem heterogenen Selbstlernsetting ohne spezifische Differenzierung an einem Projekttag mit Lernenden der Klassen 5 bis 10 erprobt.

Das Mystery dient als problemorientierter Einstieg (Meister, 2020). Die Lernenden arbeiten in Kleingruppen mit vorgegebenen Informationskärtchen, die sie anordnen und miteinander verknüpfen. Hier steht die Dimension des *Vernetzten Denkens* im Vordergrund. Mathematik wird dabei in Form von Statistiken, Schaubildern oder Diagrammen genutzt, um Zusammenhänge zwischen verschiedenen Bereichen des Systems sichtbar zu machen. Während einige Lernende im Mystery deutlich Elemente und Beziehungen erkennen, fällt es anderen schwer, eine vernetzte Anordnung vorzunehmen und Beziehungen zwischen ihren Kärtchengruppen zu definieren. Ein vertieftes Arbeitsblatt beinhaltet mathematische Berechnungen, bei denen die Lernenden die Bestäubungsleistungen von Bienen und Menschen vergleichen. Weitere Aufgaben dienen der Reflexion der Berechnungen und der Grenzen des gewählten mathematischen Modells (*Denken in Modellen*). Dabei gelingt es den Lernenden, quantitative wie qualitative Aspekte zu erfassen. Zur Frage nach Unterschieden bei einer Bestäubung durch Bienen oder Menschen, die durch die Berechnungen nicht erfasst werden können, antworten sie zum Beispiel: „Bienen arbeiten nicht bei Regen“ oder „Menschen müssen hoch [auf Bäume] klettern“. Auch dass Bienen zusätzlich zur Bestäubung

Honig und Wachs produzieren, nennen manche Lernenden. Schließlich wird ein Wirkkreislauf mit verschiedenen Szenarien angeboten, um *Systemdynamiken* sichtbar zu machen. Hier zeigt sich, dass den Lernenden eine Beschreibung der Dynamik im Selbstlernsetting ohne Hilfe in der Regel noch nicht gelingt. Die oben genannten Aspekte zeigen das Potenzial der Mathematik mit ihren Chancen und Grenzen auf, zur Förderung systemischen Denkens beizutragen.

Ausblick

Für den aktuellen Entwicklungszyklus des Dissertationsprojekts werden gezielt Reflexionsaufträge bezüglich der Anwendung von Mathematik (z. B. nach Skovsmose, 1998) in die Materialien integriert. Damit wird das Ziel verfolgt, alle Dimensionen systemischen Denkens durch Reflexionsaufträge bei den Lernenden zu fördern. Inwiefern dies gelingt, soll auf Basis einer nächsten Datenerhebung untersucht werden.

Literatur

- Bräutigam, J. (2014). *Systemisches Denken im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung*.
- Frischknecht-Tobler, U., Kunz, P. & Nagel, U. (2008). Systemdenken – Begriffe, Konzepte und Definitionen. In U. Frischknecht-Tobler, U. Nagel & H. Seybold (Hrsg.), *Systemdenken – Wie Kinder und Jugendliche komplexe Systeme verstehen lernen* (S. 11–32). Verlag Pestalozzianum.
- Meister, J. (2020). *Eine videogestützte Prozess- und Produktanalyse der Systemkompetenz: am Beispiel der Bearbeitung eines Mysterys*.
- Mehren, R., Rempfler, A., Ullrich-Riedhammer, E.-M., Buchholz, J. & Hartig, J. (2016). Systemkompetenz im Geographieunterricht – Ein theoretisch hergeleitetes und empirisch überprüftes Kompetenzstrukturmodell. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22, 147–163. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0047-y>
- Ossimitz, G. (2000). *Entwicklung systemischen Denkens – Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen*. Klagenfurter Beiträge zur Didaktik der Mathematik.
- Reiss, K., Ufer, S., Ulm, V. & Wienholtz, G. (2016). Mathematik – fachdidaktischer Teil. In J.-R. Schreiber & H. Siege (Hrsg.), *Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 300–308).
- Rieß, W., Schuler, S. & Hörsch, C. (2015). Wie lässt sich systemisches Denken vermitteln und fördern? Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzung am Beispiel eines Seminars für Lehramtsstudierende. *Geographie aktuell & Schule*, 215(37), 16–29.
- Schreiber, J.-R. & Siege, H. (Hrsg.) (2016). *Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung*.
- Skovsmose, O. (1998). Linking mathematics education and democracy: Citizenship, mathematical archaeology, mathemacy and deliberative interaction. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 30, 195–203.