



– Projektskizze –
Sonderausgabe: Erkenntnisweg Biologiedidaktik

Nahrungsbeziehungen als Wechselwirkungen verstehen – Eine explorative Studie zur Wirkung von Conceptual Change-Stories

Cornelia Averdunk, Jörg Zabel und Alexander Bergmann-Gering

*Universität Leipzig,
Institut für Biologie, Arbeitsgruppe Biologiedidaktik*

ZUSAMMENFASSUNG

Wechselwirkung ist ein zentrales, übergreifendes Konzept im Bereich Ökologie. Nahrungsbeziehungen in Ökosystemen eignen sich besonders, um das Konzept Wechselwirkung in der Sekundarstufe I beispielhaft einzuführen. Studien zeigen, dass Lernenden die elaborierte Beschreibung von Nahrungsbeziehungen schwerfällt und sie oftmals nur direkte Wechselwirkungen beschreiben. In der Forschungsliteratur wird ein Bedarf an unterrichtlichen Strategien benannt, mit deren Hilfe Schüler:innen aufbauend auf ihre bisherigen Konzepte fachlich angemessenere entwickeln können und dabei Nahrungsbeziehungen auch als indirekte und zyklische Wechselwirkungen erklären. Das Projekt entwickelt auf Basis von Conceptual Change-Texts ein innovatives Lernmedium: Conceptual Change-Stories. Diese greifen Konstruktionsprinzipien von Conceptual Change-Texts auf, bieten aber durch die narrative Textgestaltung vereinfachte Zugänge zum Verstehen von Nahrungsbeziehungen als Wechselwirkungen. In der vorliegenden Studie wird die Wirkung der Conceptual Change-Stories auf die Beschreibungen von Nahrungsbeziehungen bei Schüler:innen der Klassenstufe 6 untersucht. Die Ergebnisse liefern Anhaltspunkte zur (Weiter-)Entwicklung von Conceptual Change-Stories. Erste Ergebnisse deuten an, dass Conceptual Change-Stories ein geeignetes Lernmedium darstellen können, um Wechselwirkungen im Nahrungsnetz verstehbar zu machen.

Schlüsselwörter: Conceptual Change-Story, Conceptual Change, Nahrungsbeziehungen, Wechselwirkung, Sekundarstufe I



– Project Outline –
Special Issue: Erkenntnisweg Biologiedidaktik

Understanding Food Relationships as Food Web Interactions – An Exploratory Study on the Effects of Conceptual Change Stories

Cornelia Averdunk, Jörg Zabel und Alexander Bergmann-Gering

*Universität Leipzig,
Institut für Biologie, Arbeitsgruppe Biologiedidaktik*

ABSTRACT

Interaction is a crosscutting concept in the field of ecology. The context of food relationships in ecosystems is particularly suitable for introducing the concept of interaction in lower secondary school. Studies show that learners have difficulties to describe food relationships in more elaborate terms and often describe only direct interactions. The research literature reveals a need for learning strategies that enable students to build on their initial concepts and develop more scientific ones, describing food relationships as indirect and cyclical interactions. This project develops an innovative instructional approach based on Conceptual Change-Texts: Conceptual Change Stories that explicitly address initial concepts and have the potential to promote concept development in the context of food relationships. The present study investigates the effect of Conceptual Change Stories on students' understanding of food web interactions in 6th grade. First results justify the assumption that Conceptual Change Stories can act as an instructional strategy to promote understanding in ecological contexts.

Key words: Conceptual Change Story, Conceptual Change, Food Webs, Interaction, Secondary Level Students

1 Einleitung

Um an gesellschaftlichen Diskursen über den rapiden Wandel von Ökosystemen teilhaben zu können, sollen Schüler:innen zentrale, kontextübergreifende Konzepte im Bereich Ökologie verstehen (Next Generation Science Standards [NGSS], 2013; Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2005). Verhoeff, Knippels und Boersma (2018) sprechen auch von „key theoretical concepts“, also systemtheoretischen Schlüsselkonzepten (Verhoeff et al., 2018, S. 8), mit deren Hilfe Phänomene in Ökosystemen erklärt und vorhergesagt werden können (Verhoeff et al., 2018): Begrenztheit, Hierarchie, Komponenten, Wechselwirkung, Input-Output, Feedback und Dynamik (Gilissen, Knippels & van Joolingen, 2020).

Die ersten drei Konzepte eignen sich vor allem zur Beschreibung der strukturellen Organisation eines biologischen Systems und damit für den naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. Letztere betonen eher die Systemfunktionen und das -verhalten und sollten in höheren Klassenstufen thematisiert werden (Verhoeff et al., 2018). Als eine Art Schnittstelle zwischen strukturellen und prozessualen Systemeigenschaften kann das Konzept *Wechselwirkung* (engl. interaction) verstanden werden. Dieses beschreibt die gegenseitige Beeinflussung von Komponenten eines (Öko-)Systems (Gilissen et al., 2020), wie sie beispielsweise bei Räuber- und Beutepopulationen beobachtbar ist. Abhängig von curricularen Vorgaben wird das Konzept Wechselwirkung und seine kontextübergreifende Bedeutung im Unterricht explizit gemacht oder ein konkretes biologisches Phänomen implizit unter dem Blickwinkel des Konzepts erarbeitet (siehe dazu die Erschließungsfelder, Staatsministerium für Kultus des Freistaates Sachsen, 2019).

Ein Kontext, der sich für die exemplarische Erarbeitung des Konzepts Wechselwirkung in der frühen Sekundarstufe I eignet, sind *Nahrungsbeziehungen* in heimischen Ökosystemen. Nahrungsbeziehungen sollen als Form von (in-)direkten, wechselseitigen und zyklischen Wechselwirkungen zwischen Populationen eines Ökosystems verstanden werden (Begon, Townsend & Harper, 2006; Hammann & Asshoff, 2019), wobei Veränderungen in einer Population zu Veränderungen in anderen Populationen führen. Direkte Wechselwirkungen bestehen beispielsweise, wenn die Anzahl der Individuen einer

Beutepopulation sich durch die Räuberpopulation verringert. Indirekte und zyklische Wechselwirkungen bestehen demgegenüber, wenn Nahrungskonkurrenz zu Änderungen zweier Räuberpopulationen führt oder die Größe von Räuber- und Beutepopulation aufgrund des Nahrungsangebots zyklisch schwankt.

Es zeigt sich allerdings, dass Schüler:innen mitunter initiale Konzepte zu Nahrungsbeziehungen besitzen, die Hürden für das weitere Lernen sein können und teilweise auch nach unterrichtlichen Interventionen bestehen bleiben: Lernende beschreiben oftmals nur direkte Wechselwirkungen und bleiben dabei auf der Ebene von Individuen anstatt von Populationen (Eilam, 2012; Grotzer & Bell Basca, 2003; Mambrey, Schreiber & Schmiemann, 2022).

In der Forschungsliteratur wird in Hinblick auf initiale Konzepte von Lernenden ein Bedarf an unterrichtlichen Strategien beschrieben, mit deren Hilfe Schüler:innen aufbauend auf ihre bisherigen Konzepte fachlich angemessenere entwickeln können (Vosniadou, 2013) und dabei auch ein fundierteres Verständnis des Konzepts Wechselwirkung erlangen. Eine vielversprechende Strategie sind *Conceptual Change-Texts* (Armağan, Keskin, Beril & Akın, 2017). Allerdings sind diese oftmals kognitiv herausfordernd und erfordern eine ausgeprägte Lesekompetenz (Grospietsch, 2021). Eine narrative Textgestaltung im Sinne des *Construction-Integration-Model* kann demgegenüber das Verstehen für junge Lernende der Sekundarstufe I erleichtern (Best, Floy & Mcnamara, 2008). Deshalb entwickelt und untersucht das Projekt die Wirkung sogenannter *Conceptual Change-Stories*. Dieses Lernmaterial greift initiale Konzepte zu Wechselwirkungen im Nahrungsnetz in Form von Geschichten auf und hat das Potential, eine Konzeptentwicklung zu fördern (Wang & Andre, 1991), auch bei jüngeren Lernenden. Um diese Annahme empirisch zu untermauern, wird in einem ersten Schritt untersucht, inwiefern sich das Lesen der Geschichten darauf auswirkt, wie Schüler:innen Nahrungsbeziehungen in einem heimischen Ökosystem beschreiben.

Der Fokus dieser explorativen Beobachtungsstudie liegt zunächst auf der Entwicklung von *Conceptual Change-Stories* zur Förderung von Verstehen im Kontext von Nahrungsbeziehungen. Im weiteren Projektverlauf kommt der Aspekt des übergreifenden Konzepts Wechselwirkung stärker zum Tragen: Die Fähigkeit, Nahrungsbeziehungen als Wechselwirkungen zu beschreiben, kann auch als eine Form

von *Systemdenken* interpretiert werden. Somit legt die Projektidee nahe, die Beschreibung von Wechselwirkungen im Nahrungsnetz aus Perspektive des Systemdenkens zu untersuchen. In der Folgestudie sollen Conceptual Change-Stories vergleichend zu einem Sachtext eingesetzt und ihre Wirksamkeit auf das Systemdenken der Schüler:innen näher untersucht werden.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Conceptual Change-Theorie – Verstehensprozesse beschreiben und erklären

Den theoretischen Rahmen für die Studie bildet die *Conceptual Change-Theorie* (Vosniadou, 2013). Diese geht davon aus, dass Lernende initiale Vorstellungen besitzen, die sich aus Alltagserfahrungen entwickeln und funktional, aber aus (natur-)wissenschaftlicher Sicht oft nicht korrekt sind (Duit, Treagust & Widodo, 2013). In Bezug auf Verstehensprozesse trifft die Conceptual Change-Theorie die Annahme, dass eine Änderung von initialen Vorstellungen zu fachlich angemesseneren stattfindet, ein sogenannter *Conceptual Change* (Duit et al., 2013). Die *Framework-Theorie* (Gropengießer & Marohn, 2018; Vosniadou, 2013) ergänzt diese Annahmen und spricht statt von Vorstellungen von Konzepten, die auf sogenannten *Rahmentheorien* und *Spezifischen Theorien* eines Individuums basieren.

Rahmentheorien umfassen Annahmen, Überzeugungen und mentale Modelle zu allgemeinen Wissensdomänen. In der Literatur werden unterschiedlich viele Rahmen- bzw. naive Theorien beschrieben, darunter auch die Naive Biologie (Jaakkola, 1997; Vosniadou, 2002; Vosniadou, Vamvakoussi & Skopeliti, 2008). Diese Rahmentheorie umfasst verschiedene Annahmen über biologische Objekte, wie zum Beispiel die allgemeine, essentialistische Überzeugung, dass sich Lebewesen nicht verändern können, Gegenstände aber schon (Atran, 1990; Keil, 1989). Dieser Essentialismus kommt auch zum Tragen, wenn Kinder und Erwachsene das Phänomen *biologische Arten* erklären (Jaakkola, 1997).

Spezifische Theorien betten sich in eine Rahmentheorie ein, erben alle ihre Eigenschaften und werden durch sie eingeschränkt. Sie beinhalten zusätzliche Informationen und Erfahrungen zu einem ganz konkreten Kontext oder Phänomen (Vosniadou, 2013). Es ist allerdings nicht eindeutig, auf welcher Ebene bzw. Korngröße Spezifische Theorien existieren. Vosniadou und Brewer (1992) rekonstruierten die

Spezifische Theorie für das Konzept Erde, das wiederum der Rahmentheorie Physik zugehört. Peter White (1997) konnte beispielsweise in einer Studie Hinweise auf eine Naive Ökologie finden, die sich in die Naive Biologie einbettet, und unter anderem die Annahme eines Dissipationseffekts für ökologische Phänomene umfasst.

Von Conceptual Change spricht Vosniadou (2013), wenn Spezifische Theorien und Rahmentheorien angereichert, graduell verändert und dadurch auch initiale Konzepte reinterpretiert werden. Die Änderung der Rahmentheorie braucht aber eine deutlich längere Zeit und deutlich mehr Änderungen in den ihr zugeordneten Spezifischen Theorien (Vosniadou, 2002).

Aufbauend auf die vorgestellte Framework-Theorie und bisherige Studienbefunde liegt diesem Projekt die Hypothese zugrunde, dass Schüler:innen Spezifische Theorien über Nahrungsbeziehungen besitzen, die sich unter einer abstrakteren Spezifischen Theorie zu Wechselwirkungen subsummieren lassen. Es lässt sich vermuten, dass die Förderung von elaborierteren Beschreibungen im Kontext Nahrungsbeziehungen auch einen Einfluss auf die Weiterentwicklung des Wechselwirkungskonzepts bei Schüler:innen zeigt.

2.2 Conceptual Change-Texts – Verstehensprozesse fördern

Mit *Verstehen* ist in dieser Studie, in Anlehnung an die Conceptual Change-Theorie, die Entwicklung initialer zu fachlich angemesseneren Konzepten gemeint. Zur Förderung dieser Konzeptentwicklung eignen sich beispielsweise Conceptual Change-Texts (Wang & Andre, 1991), ein Lehr-Lern-Material, das auf der klassischen Conceptual Change-Theorie (Posner, Strike & Gertzog, 1982) basiert. Die Texte thematisieren die initialen Konzepte der Lernenden und kontrastieren sie mit den fachlichen Konzepten, was die Auslösung eines kognitiven Konflikts intendiert. Zum Schluss regt der Text die Schüler:innen zur Anreicherung und Überarbeitung ihrer bisherigen Konzepte an (Grospietsch, 2021; Posner et al., 1982; Wang & Andre, 1991).

Eine Meta-Analyse zu Interventionsstudien, die die Wirkung von Conceptual Change-Texts in naturwissenschaftlichen Kontexten untersucht, deutet darauf hin, dass das Lernmaterial das Verstehen effektiv fördert (Armağan et al., 2017). Im Bereich Biologie fokussieren Studien beispielsweise auf Kontexte wie Genetik (Yilmaz, Tekkaya & Sungur, 2011) oder

Photosynthese (Sungur, Tekkaya & Geban, 2001). Deskriptiv zeigten sich die größten Effekte des Lernmaterials für ältere Lernende (Armağan et al., 2017), da die Texte ein erhöhtes Maß an Lese- und Reflexionskompetenz voraussetzen (Grospietsch, 2021). Ausgehend von den Ergebnissen der Meta-Analyse lässt sich sagen, dass vor allem im ökologischen Kontext sowie im Kontext von Nahrungsbeziehungen Wirksamkeitsnachweise fehlen. Zudem braucht es eine Weiterentwicklung der Conceptual Change-Texts, um sie für jüngere Lernende zugänglicher zu machen.

2.3 Conceptual Change-Stories – Erweiterung von Conceptual Change-Texts

Conceptual Change-Stories folgen dem grundlegenden Design von Conceptual Change-Texts, fokussieren aber stärker die Verwendung narrativer Elemente, wie zum Beispiel handelnde Akteur:innen und eine kausal-zeitliche Ereignisabfolge. Das Textkonzept wurde von den Autor:innen entwickelt und knüpft an bestehende Forschungsliteratur zur Narration im naturwissenschaftlichen Unterricht an: Interventionsstudien zeigen, dass Geschichten die Entwicklung fachlich angemessenerer Konzepte unterstützen können (Altun, 2019; Zabel, 2016). Eine Metastudie zeigt, dass junge Schüler:innen und jene mit wenig Vorwissen von narrativen Texten profitieren (Soares, Gonçalves, Jerónimo & Kolinsky, 2023). Eine mögliche Erklärung ist, dass die narrative Textgestaltung das Verstehen im Sinne des Construction-Integration-Model erleichtert (Best et al., 2008): Lesende entwickeln ein sogenanntes *Situationsmodell*, das durch die Anreicherung des Gelesenen mit dem Vorwissen des Lesenden entsteht und entscheidend für die globale Textbedeutung ist. Für das Situationsmodell steht bei narrativen Texten das Verstehen von Figuren, Handlungen und Ereignissen im Vordergrund, bei Sachtexten ist vorrangig die Integration des Leser:innen-Wissens mit dem Fachinhalt relevant. Da junge Lernende mit der Textstruktur narrativer Texte vertraut sind, können Geschichten leichter verständlich sein, obwohl sie möglicherweise unbekannt Informationen enthalten (Best et al., 2008; Coté, Goldman & Saul, 1998).

Empirische Untersuchungen zeigten zudem, dass eine *agent based-perspective*, also die Betrachtung eines Phänomens aus Sicht von Individuen, jungen Schüler:innen dabei helfen kann, Verhaltensweisen von größeren Gruppen wie Populationen zu verstehen (Grotzer, Derbiszewska & Solis, 2017; Levy & Wilensky, 2008). Levy und Wilensky (2008) sprechen diesbezüglich von einem *Mid-Level-Verstehen*, bei dem Lernende von individuellem Verhalten auf Prozesse in Kleingruppen (Zwischenebene, Mid Level) schließen und diese Erkenntnisse dann auf Populationsebene übertragen können. Damit die Lernenden Phänomene unterschiedlicher Ebenen nicht miteinander vermischen (*Levels-Confusion*, Wilensky & Resnick, 1999), wird der Perspektivwechsel in den Geschichten sukzessive entwickelt und die Unterscheidung Individuum-Kleingruppe explizit gemacht, um den erforderlichen Ebenenwechsel zu unterstützen (Jördens, Asshoff, Kullmann & Hammann, 2016).


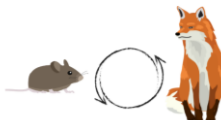
2.4 Initiale Konzepte und Konzeptentwicklung zum Thema Nahrungsbeziehungen

Es existieren bereits einige Modelle zur Beschreibung von Fähigkeiten, die notwendig sind, um ökologische Phänomene systemisch zu verstehen. Das Freiburger Kompetenzstrukturmodell nach Rieß, Schuler und Hörsch (2015) beschreibt unter anderem die Fähigkeit, Wechselwirkungen zwischen Systemelementen und Typen von Wechselwirkungen bestimmen zu können.

Hogan (2000) sowie Grotzer und Bell Basca (2003) formulierten drei verschiedene Niveaustufen für die zunehmend elaborierte Beschreibungen von Nahrungsbeziehungen als Form von Wechselwirkungen (siehe Tabelle 1). Diese basieren auf Erklärungen von Schüler:innen zu Effekten von Störungen im Nahrungsnetz. Grotzer und Bell Basca (2003) unterscheiden *lineare*, *wechselseitige* und *zyklische Verbindungen*. Hogan (2000) verwendet vergleichbare Kategorien und berücksichtigt zudem, ob Nahrungsketten vollständig und auch weit von der Ausgangspopulation entfernt in die Beschreibung mit einbezogen wurden.

Tabelle 1

Analysekategorien für Niveaustufen für Wechselwirkungen zwischen Populationen im Nahrungsnetz, übersetzt und erweitert nach Hogan (2000) und Grotzer und Bell Basca (2003)

Kategorie nach...			Beispiel
Hogan (2000)	Grotzer und Bell Basca (2003)		
Einseitig, lineare Rückverfolgung	Lineare Verbindung	Die Füchse fressen Mäuse.	
Zweiseitig, lineare Rückverfolgung	Wechselseitige (zweiseitige) Verbindung	Gibt es weniger Mäuse, verringert sich das Nahrungsangebot für die Füchse, sodass auch sie in ihrer Anzahl abnehmen.	
Zyklische Rückverfolgung	Zyklische Verbindung	Durch ein reduziertes Nahrungsangebot sinkt die Anzahl der Füchse. Aufgrund dessen, dass es weniger Fressfeinde für die Mäuse gibt, kann sich die Mauspopulation wieder vergrößern.	

Anmerkung. Pfeile in den Abbildungen zeigen keine Nahrungsbeziehung im Sinne einer klassischen Nahrungsnetz-Abbildung, sondern eine Wirkrichtung an.

Die Befunde empirischer Studien deuten an, dass es Lernenden schwerfällt, Effekte von Veränderungen im Nahrungsnetz zu erklären (Eilam, 2012; Grotzer & Bell Basca, 2003; Hammann & Asshoff, 2019; Hogan, 2000; Hokayem, Ma & Jin, 2015; Mambrey et al., 2022). In einer Studie von Hokayem et al. (2015) beschrieb die Mehrheit der Schüler:innen entweder ausschließlich die Zunahme von Räuber- und Beutepopulation aufgrund deren Reproduktion oder ausschließlich die Abnahme beider Populationen aufgrund des Nahrungsmangels. Einige wenige Lernende waren in der Lage, zyklische Schwankung der Populationsgrößen aufgrund von Reproduktion und Nahrungsverfügbarkeit und damit zyklische Wechselwirkungen zu beschreiben (Hokayem et al., 2015). Zusätzlich zeigen einige Studien, dass sich Lernende oft auf Individuen statt auf Gruppen von Individuen einer Art, also Populationen beziehen (Grotzer & Bell Basca, 2003; Mambrey et al., 2022), was hinderlich für ein elaborierteres Verständnis von Nahrungsbeziehungen im Sinne der Niveaustufen sein kann.

Interventionsstudien deuten aber auch darauf hin, dass das Verständnis von Schüler:innen von Nahrungsbeziehungen als Wechselwirkung zwischen Populationen bereits in der frühen Sekundarstufe I

gefördert werden kann, beispielsweise indem Lernende mit Ökosystemmodellen experimentieren (Eilam, 2012; Hogan, 2000). Vor den Interventionen beschrieb die Mehrheit der Schüler:innen vorrangig einseitige, lineare Verbindungen zwischen Populationen. Nachher beschrieben einige Lernende indirekte, wechselseitige und zyklische Effekte zwischen Populationen. Sie waren zudem in der Lage, das Nahrungsnetz komplexer zu beschreiben, indem sie Nahrungsketten zu Netzen verbanden (Eilam, 2012; Hogan, 2000).

In einer weiteren Studie (Grotzer & Bell Basca, 2003) zeigte eine Intervention zu kausalen Mustern in Ökosystemen in Kombination mit einer Abschlussdiskussion über Lernschwierigkeiten in diesem Kontext einen signifikanten Effekt auf das Niveau und die Anzahl der beschriebenen Verbindungen im Nahrungsnetz. Auch hier beschrieb die Mehrheit der Lernenden vor der Intervention direkte, kurze und teilweise wechselseitige Wechselwirkungen, vorrangig zwischen Individuen. Nach der Einheit wurden mehr Populationen in die Erklärungen einbezogen und teilweise zyklische Wechselwirkungen beschrieben.

3 Ziel und Fragestellung

Der explorativen Studie liegt die Frage zu Grunde, inwieweit Conceptual Change-Stories das Verstehen von Nahrungsbeziehungen als Wechselwirkungen im Nahrungsnetz bei Schüler:innen der Sekundarstufe I fördern. Ziel ist es, Aussagen über die Wirkung der Geschichten auf die Beschreibungen von Wechselwirkungen im Nahrungsnetz treffen zu können.

4 Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wird eine Beobachtungsstudie im Prä-Post-Design durchgeführt, in deren Rahmen die Schüler:innen der Klassenstufe 6 Conceptual Change-Stories lesen und Veränderungen in einem vorgegebenen Nahrungsnetz erklären. Die Erklärungen der Schüler:innen werden mithilfe eines Kategoriensystems analysiert, das Rückschlüsse darüber gibt, wie komplex und elaboriert Nahrungsbeziehungen verstanden wurden.

4.1 Überlegungen zur Gestaltung der Conceptual Change-Stories

Die konzeptuellen Überlegungen zum Lernmedium und der Vergleich initialer und fachlicher Konzepte zu Nahrungsbeziehungen kondensieren in der Gestaltung der Conceptual Change-Stories: Bei der Konstruktion der Geschichten werden bekannte initiale Konzepte der Lernenden (zum Beispiel ein Individuum wird als Beute eines anderen Individuums erkannt) und die vorgestellten Niveaustufen berücksichtigt. Es werden zwei aufeinander aufbauende Conceptual Change-Stories konstruiert, die ausgehend von linearen Verbindungen zunehmend elaboriertere Wechselwirkungen im Nahrungsnetz implizit thematisieren. Implizit bedeutet, die Geschichten thematisieren Veränderungen in Gruppen von Individuen einer Art aufgrund des veränderten Nahrungsangebots und deren Vermehrung (*agent based-perspective*). Sie gehen damit nur indirekt auf das Konzept Wechselwirkung und den Populationsbegriff ein, beispielhaft in der Geschichte „Und wenn wir immer mehr Blattläuse und Krabbenspinnen fressen“, überlegt der Frosch Hans, ‚dann werden diese immer weniger und weniger‘“ (Sell, 2023). Conceptual Change-Story 1 thematisiert indirekte Wechselwirkungen im Nahrungsnetz. Conceptual

Change-Story 2 thematisiert zyklische Wechselwirkungen zwischen Räuber- und Beutepopulationen. Die Textinhalte orientieren sich an den Niveaustufen nach Grotzer und Bell Basca (2003), Hogan (2000) und den Studienbefunden aus Kapitel 2.4: Der erste Text soll vorrangig Beschreibungen von indirekten Effekten auf Gruppen von Individuen fördern, der zweite Text zielt auf eine elaboriertere Beschreibung von Wechselwirkungen. Die Geschichten sind alltagssprachlich und narrativ gestaltet und sollen ein komplexeres und fachlich angemessenes Verständnis unterstützen. In Hinblick auf die Framework-Theorie verfolgt die Intervention das Ziel, dass die Lernenden durch die Auseinandersetzung mit dem Thema Nahrungsbeziehungen auch ihr Wechselwirkungskonzept weiterentwickeln.

4.2 Stichprobe

An der derzeit laufenden Beobachtungsstudie haben bisher 29 Schüler:innen der Klassenstufe 6 aus drei Leipziger Gymnasien teilgenommen (Gelegenheitsstichprobe, $M = 11.97$ Jahre, $SD = 0.32$ Jahre). Die Intervention wurde im Rahmen des Unterrichts vorgestellt. Die Eltern wurden mittels entsprechender Anschreiben über das Vorhaben informiert. Die Teilnahme war freiwillig und an die schriftliche Zustimmung der Erziehungsberechtigten gebunden.

4.3 Studiendesign und Datenerhebung

Die Intervention bettete sich in den „Lernbereich 4: Wald als Lebensgemeinschaft“ für Klassenstufe 6 im sächsischen Lehrplan ein (Lehrplan Sachsen, 2019, S.15).

Die Lernenden wurden für 40-minütige Einzelinterviews aus dem Unterricht gebeten. Die Interviews folgten einem standardisierten Vorgehen und bestanden aus Aktivierungsfragen, zwei Lesephasen und sich anschließenden Frageblöcken sowie aus abschließenden Reflexionsfragen zu den Conceptual Change-Stories als Lernmaterial. Mittels der Methode des *Lauten Denkens* (Konrad, 2020) wurden die Denkprozesse der Proband:innen während der Bearbeitung des Textes verbalisiert.

Die vor und nach den Geschichten präsentierten Fragen orientieren sich an den Studien von Grotzer und Bell Basca (2003) sowie Mambrey et al. (2022). Anhand eines vorgefertigten Nahrungsnetzes wurden die Schüler:innen aufgefordert,

- (i) Populationsveränderungen zu beschreiben, die durch eine Störung im Nahrungsnetz hervorgerufen werden (Was passiert mit den anderen Lebewesen im Wald, wenn alle Mäuse verschwinden?),
- (ii) Möglichkeiten gezielten Eingreifens zu beschreiben, die bestimmte Populationsveränderungen im Nahrungsnetz hervorrufen (Was könntest du dafür tun, dass es weniger Frösche im Wald gibt?) und
- (iii) Veränderungen in Räuber- und Beutepopulationen über einen längeren Zeitraum zu beschreiben (Stell dir vor, es gibt nur noch 200 Füchse und 200 Mäuse im Wald. Wie viele davon gäbe es nach einem Monat, einem Jahr und nach zwei Jahren?).

Die Tonaufnahmen der Interviews wurden im Anschluss transkribiert und inhaltsanalytisch ausgewertet (Grotzer & Bell Basca, 2003; Hogan, 2000; Kuckartz, 2018).

4.4 Datenanalyse

Es kommt ein deduktiv-induktives Kategoriensystem zum Einsatz, in dem die Kodierleitfäden von Grotzer und Bell Basca (2003) und Hogan (2000) zusammengeführt und adaptiert wurden. Insgesamt gibt es sechs deduktive Oberkategorien, die zunehmend elaboriertere Beschreibungen der Wechselwirkungen annehmen: *linear-eingebettet*, *linear-benachbart*, *wechselseitig-eingebettet*, *wechselseitig-benachbart*, *zyklisch-eingebettet* und *zyklisch-benachbart*. Die Bezeichnungen linear, wechselseitig und zyklisch leiten sich aus den obenstehenden Niveaustufen ab (siehe Tabelle 1). Die Unterscheidung *eingebettet* und *benachbart* wurde aus dem Kodierleitfaden von Hogan (2000) übernommen und differenziert, ob eine beschriebene Verbindung in der gleichen Nahrungskette liegt wie die Ausgangspopulation, in der die Störung auftritt, oder nicht. Induktiv wurden weitere Unterkategorien unterschieden, und zwar in Abhängigkeit der Anzahl gleichartiger Verbindungen: Wurden beispielsweise direkt zwei wechselseitige, benachbarte Verbindungen beschrieben („Und der Fuchs hätte noch weniger Nahrung, also würde es noch weniger Füchse geben und dann mehr Spechte. Und dann würde es mehr Bussarde geben, die die Spechte fressen“, Transkript LWLDL5UE6), wurden sie als wechselseitig-benachbart-2 kodiert. Insgesamt entstanden so sechs Oberkategorien mit 16 Unterkategorien, für die aufsteigend 1 bis 16 Punkte vergeben wurden. Die Auswertung dient dazu, anhand der Punkte zu den drei

Messzeitpunkten (vor dem Lesen der Texte, nach dem Lesen der ersten Geschichte, nach dem Lesen beider Geschichten) Aussagen über die Zu- und Abnahme von Komplexität und Niveau der Beschreibungen treffen zu können. Die mittleren Punktzahlen werden als Maß für die Wirkung der Conceptual Change-Stories auf das konzeptuelle Verstehen von Nahrungsbeziehungen interpretiert. Bisher konnte für die Kodierung der Schüler:innen-Aussagen einer Interrater-Reliabilität von 81,3 % bei zwei unabhängigen Rater:innen erzielt werden. Das Kategoriensystem wird derzeit noch anhand einer Teilstichprobe der erhobenen Daten optimiert, beispielsweise in Hinblick auf die Trennschärfe der Oberkategorien oder die metrische Wichtung der Kategorien.

5 Erste Ergebnisse und Ausblick

Im Rahmen einer Pilotstudie mit Lernenden der Klassenstufe 6 ($n = 5$) konnte eine positive Wirkung des Einsatzes einer Conceptual Change-Story auf das Verständnis von Nahrungsbeziehungen gezeigt werden: Die Nahrungsbeziehungen wurden insgesamt auf höherem Niveau beschrieben, wobei mehr Populationen in die Beschreibungen einbezogen wurden.

Die Daten der laufenden Studie werden derzeit analysiert. Die ersten Ergebnisse deuten an, dass Conceptual Change-Stories ein geeignetes Lernmedium darstellen können, um elaboriertere Beschreibungen von Nahrungsbeziehungen und damit fachlich angemessenere Beschreibungen zu fördern. Neben der deduktiven Analyse wird im weiteren Analyseprozess auch eine induktive Analyse der Interviewtranskripte angestrebt, um die Entwicklung der Konzepte zu den drei Messzeitpunkten zu rekonstruieren und mit der deduktiven Analyse abzugleichen. Dadurch können vertiefte Aussagen darüber getroffen werden, welche Verstehensschritte möglicherweise mit bestimmten Konzepten zusammenhängen. Vermutlich lassen sich auch Lernhürden und für das Verstehen notwendige Konzepte identifizieren.

Wie bereits zu Beginn angeschnitten, ist im weiteren Projektverlauf eine Folgestudie geplant, in der die Conceptual Change-Stories (Testgruppe) vergleichend zu Sachtexten (Kontrollgruppe) zum Einsatz kommen. Aufbauend auf die qualitative Studie soll im Rahmen eines quasi-experimentellen Studiendesigns mit Schüler:innen der Klassenstufe 6 ($n = 300$) die Wirksamkeit der Geschichten auf die Beschrei-

bungen von Nahrungsbeziehungen untersucht werden. Im Vergleich zur hier vorgestellten Studie steht dabei weniger die Frage nach dem Kontextverständnis im Vordergrund. Stattdessen wird primär der Einfluss der Geschichten auf die Entwicklung des Wechselwirkungskonzepts und damit auch die Entwicklung des systemischen Denkens bei den Schüler:innen untersucht. Das Projekt leistet damit einen Beitrag zu der Frage, inwieweit mittels kontextspezifischer Konzeptförderung ein kontextübergreifendes Verstehen im Bereich biologischer Systeme gefördert werden kann.

Literatur

- Altun, D. (2019). From Story to Science: The Contribution of Reading Fiction and Hybrid Stories to Conceptual Change with Young Children. *Children & Society*, 33(1), 453–470. <https://doi.org/10.1111/chso.12321>
- Armağan, F. Ö., Keskin, M. Ö., Beril, A. & Akin, S. (2017). Effectiveness of conceptual change texts: A Meta analysis. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5(4), 343–354.
- Atran, S. (1990). *Cognitive foundations of natural history: Towards an anthropology of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. (2006). *Ecology. From Individuals to Ecosystems* (4th ed.). Oxford: Blackwell Publishing
- Best, R. M., Floyd, R. G. & Mcnamara, D. S. (2008). Differential Competencies Contributing to Children's Comprehension of Narrative and Expository Texts. *Reading Psychology*, 29(2), 137–164. <https://doi.org/10.1080/02702710801963951>
- Coté, N., Goldman, S. R. & Saul, E. U. (1998). Students making sense of informational text: Relations between processing and representation. *Discourse Processes*, 25(1), 1–53. <https://doi.org/10.1080/01638539809545019>
- Duit, R., Treagust, D. F. & Widodo, A. (2013). Teaching Science for Conceptual Change: Theory and Practise. In S. Vosniadou (Eds.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2nd ed., pp. 487–503). New York: Taylor & Francis.
- Eilam, B. (2012). System thinking and feeding relations: Learning with a live ecosystem model. *Instructional Science*, 40(2), 213–239. <https://doi.org/10.1007/S11251-011-9175-4>
- Gilissen, M. G. R., Knippels, M.-C. P. J. & van Joolingen, W. R. (2020). Bringing systems thinking into the classroom. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1253–1280. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1755741>
- Gropengießer, H. & Marohn, A. (2018). Schülervorstellungen und Conceptual Change. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 49–67). Wiesbaden: Springer.
- Grospietsch, F. (2021). Konzeptwechselltexte – Lehr-Lern-Material zur Berücksichtigung von Schülervorstellungen. *MNU-Journal*, 74(01), 46–49. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/348805084_Konzeptwechselltexte_-_Lehr-Lern-Material_zur_Beruecksichtigung_von_Schuelervorstellungen
- Grotzer, T. A. & Bell Basca, B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding? *Journal of Biological Education*, 38(1), 16–29. <https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655891>
- Grotzer, T. A., Derbiszewska, K. & Solis, S. L. (2017). Leveraging Fourth and Sixth Graders' Experiences to Reveal Understanding of the Forms and Features of Distributed Causality. *Cognition and Instruction*, 35(1), 55–87. <https://doi.org/10.1080/07370008.2016.1251808>
- Hammann, M. & Asshoff, R. (2019). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht* (4. Aufl.). Hannover: Klett/Kallmeyer. Verfügbar unter: <http://www.worldcat.org/oclc/1176435353>
- Hogan, K. (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education*, 35(1), 22–28.
- Hokayem, H., Ma, J. & Jin, H. (2015). A Learning Progression for Feedback Loop Reasoning at Lower Elementary Level. *Journal of Biological Education*, 49(3), 246–260. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.943789>
- Jaakkola, R. O. (1997). *The development of scientific understanding: children's construction of their first biological theory*. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Jördens, J., Asshoff, R., Kullmann, H. & Hammann, M. (2016). Providing vertical coherence in explanations and promoting reasoning across levels of biological organization when teaching evolution. *International Journal of Science Education*, 38(6), 960–992. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1174790>
- Keil, F. C. (1989). *Concepts, kinds, and cognitive development*. Cambridge: MIT Press.

- Konrad, K. (2020). Lautes Denken. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Band 2: Designs und Verfahren* (2. Aufl., S. 373–394). Wiesbaden: Springer.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). Basel: Beltz Juventa.
- Levy, S. T. & Wilensky, U. (2008). Inventing a “Mid Level” to Make Ends Meet: Reasoning between the Levels of Complexity. *Cognition and Instruction*, 26(1), 1–47. <https://doi.org/10.1080/07370000701798479>
- Mambrey, S., Schreiber, N. & Schmiemann, P. (2022). Young Students’ Reasoning About Ecosystems: the Role of Systems Thinking, Knowledge, Conceptions, and Representation. *Research in Science Education*, 52(1), 79–98. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09917-x>
- Next Generation Science Standards (NGSS). (2013). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Rieß, W., Schuler, S. & Hörsch, C. (2015). Wie lässt sich systemisches Denken vermitteln und fördern? *Ga&S*, 215(37), 16–29.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK). (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss* (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK), Ed.). Luchterhand.
- Sell, N. (2023). Das Nahrungsnetz des Auwaldes. Manuskript in Vorbereitung.
- Soares, S., Gonçalves, M., Jerónimo, R. & Kolinsky, R. (2023). Narrating science: Can it benefit science learning, and how? A theoretical review. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(9), 2042–2075. <https://doi.org/10.1002/tea.21851>
- Staatsministerium für Kultus des Freistaates Sachsen (Hrsg.). (2019). *Lehrplan Gymnasium Biologie*. Dresden.
- Sungur, S., Tekkaya, C. & Geban, Ö. (2001). The Contribution of Conceptual Change Texts Accompanied by Concept Mapping to Students’ Understanding of the Human Circulatory System. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91–101. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2001.tb18010.x>
- Verhoeff, R. P., Knippels, M. C. P. J., Gilissen, M. G. R. & Boersma, K. T. (2018). The Theoretical Nature of Systems Thinking. Perspectives on Systems Thinking in Biology Education. *Frontiers in Education*, 3(40), 1–11. <https://doi.org/10.3389/FEDUC.2018.00040/BIBTEX>
- Vosniadou, S. (2002). Mental models in conceptual development. In L. Magnani & N. J. Nersessian (Eds.), *Model-based reasoning: Science, technology, values* (pp. 353–368). New York: Springer.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual Change in Learning and Instruction. The Framework Theory Approach. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (2nd ed., pp. 11–30). New York: Taylor & Francis.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X. & Skopeliti, I. (2008). The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (1st ed., pp. 3–34). New York: Taylor & Francis.
- Wang, T. & Andre, T. (1991). Conceptual change text versus traditional text and application questions versus no questions in learning about electricity. *Contemporary Educational Psychology*, 16(2), 103–116. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(91\)90031-F](https://doi.org/10.1016/0361-476X(91)90031-F)
- White, P. A. (1997). Naive ecology: Causal judgments about a simple ecosystem. *British Journal of Psychology*, 88(2), 219–233. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1997.tb02631.x>
- Wilensky, U. & Resnick, M. (1999). Thinking in Levels: A Dynamic Systems Approach to Making Sense of the World. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 3–19. <https://doi.org/10.1023/A:1009421303064>
- Yilmaz, D., Tekkaya, C. & Sungur, S. (2011). The Comparative effects of prediction/discussion-based learning cycle, conceptual change text, and traditional instructions on student understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, 33(5), 607–628. <https://doi.org/10.1080/09500691003657758>

Zabel, J. (2016). Geschichten für das Lernen nutzen. In U. Spörhase-Eichmann & W. Ruppert (Hrsg.), *Biologie-Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (2. Aufl., S. 63–67). Berlin: Cornelsen.

Kontakt

Cornelia Averdunk, geb. Franke
Universität Leipzig
Institut für Biologie
Arbeitsgruppe Biologiedidaktik
Johannisallee 21
04103 Leipzig
E-Mail: cornelia.averdunk@uni-leipzig.de

Zitationshinweis:

Averdunk, C., Zabel, J., Bergmann-Gering, A. (2024). Nahrungsbeziehungen als Wechselwirkungen verstehen – Eine explorative Studie zur Wirkung von Conceptual Change Stories. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen*, 28, 1-12. doi: 10.11576/zdb-6589

Veröffentlicht: 24.05.2024



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung 4.0 International zugänglich (CC BY 4.0 de). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. URL <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>