

Konstruktion einer Lernumgebung zur Vermittlung der Methode des naturwissenschaftlichen Ordnen im Sachunterricht

Anja Vogl

Abstract

In der Primarstufe wurden durch teilnehmende Beobachtung Präkonzepte von Schüler*innen über das Ordnen von Pflanzenteilen erhoben. Die aufgefundenen Vorstellungen konnten drei Denkfiguren zugeordnet werden. Nach der Identifizierung der Konzepte der Lernenden wurde, dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Reinfried, Mathis & Ulrich 2009) folgend, eine Lernumgebung konzipiert.

Einleitung

Ordnung in die uns umgebenden Objekte zu bringen, ist ein elementares Bedürfnis des Menschen (Mayer 2002). Die Vielfalt wirkt geordnet überschaubarer, dies bietet mehr Sicherheit in einer unübersichtlichen Welt. Eine Studie zum Ordnen von Pflanzen, welche von Krüger und Burmeister (2005) durchgeführt wurde, zeigt, dass Pflanzen meist nach den Kriterien Aussehen und Nützlichkeit geordnet werden. Es ist davon auszugehen, dass vor allem bei Pflanzen die Bedeutung als Nutzpflanze im Alltag im Vordergrund steht. Seit jeher beschäftigt sich der Mensch damit, Pflanzen aufgrund ihrer Nutzbarkeit durch den Menschen zu unterscheiden. Dies zeigt sich auch in umfassenden linguistischen Klassifikationssystemen (Ruppel 2019). Im Laufe der menschlichen Entwicklung manifestierte sich diese Art der Herangehensweise an die Klassifikation von Pflanzen wohl als implizite Theorie. Für die Erarbeitung der biologischen Systematik kann es daher lohnend sein, Nutzpflanzen heranzuziehen. Diese lösen viele Alltagsvorstellungen aus (Burmester & Krüger 2005). Vor allem bei jüngeren Schüler*innen erregen essbare Pflanzen mehr Aufmerksamkeit als andere Nutzpflanzen (Pany 2014). Diese Idee greift der vorliegende Beitrag auf.

Der Lehrplan des Sachunterrichts der Primarstufe fordert das Ordnen im Erfahrungs- und Lernbereich Natur explizit als zu erlernende spezifische Arbeitstechnik (BMBWF, 11). Die Vermittlung von Kenntnissen über naturwissenschaftliche Methoden und ihre konkrete Anwendung im Sachunterricht nehmen durch die geforderte Kompetenzorientierung eine immer größere Rolle ein. Ein möglichst frühzeitiges Erlernen der wissenschaftlichen Methode des kriteriengeleiteten Vergleichens ist essenziell, um den Schüler*innen ein Werkzeug in die Hand zu geben, das es ihnen ermöglicht, phylogenetische Verwandtschaft und in weiterer Folge evolutionäre Zusammenhänge nachzuvollziehen (Burmester & Krüger 2005).

In den Biowissenschaften ist das Ordnen der Lebewesen eine zentrale wissenschaftliche Methode (Mayer 2002). Studien zur Ordnung von Pflanzen zeigen, dass diese von Schüler*innen gleichzeitig nach Aussehen (Wuchsform, Blattform, Farbe), Nützlichkeit (Essbarkeit) und Lebensraum (Verbreitung, Wuchsort) geordnet werden (Burmester & Krüger 2005). Dieses gleichzeitige Verwenden unterschiedlicher Kriterien deckt ein Problemfeld des Ordnen im Unterricht auf. Allen wissenschaftlichen Ordnungssystemen gemein ist eine Kriterienstetigkeit (Hamann 2002), da nur ein übergeordnetes Kriterium verwendet wird.

Wie kann also der wissenschaftliche Zugang des Ordnen Kindern handlungsorientiert vermittelt werden? Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden Präkonzepte der Schüler*innen über das Ordnen der Natur aufgedeckt. Die ermittelten Schülerperspektiven werden kategorisiert, übergeordnete Denkkonzepte werden beschrieben. Daraufhin wird ein Lernraum gestaltet, der Platz für die von den Lernenden eingebrachten Konzepte schafft. Diese sollen im Unterrichtsverlauf in eine wissenschaftliche Richtung weiterentwickelt werden.

Für diesen Beitrag ergeben sich daher folgende Fragestellungen:

- Welche Präkonzepte der Schüler*innen können beim Ordnen von Pflanzenteilen identifiziert werden?
- Welcher Lernraum greift die gefundenen Präkonzepte auf und ermöglicht in weiterer Folge ein Verständnis für naturwissenschaftliches Ordnen?

Für die Entwicklung einer passenden Lernumgebung zur Vermittlung der biologischen Systematik wird das Modell der didaktischen Rekonstruktion eingesetzt. In diesem Modell werden drei Bereiche aufeinander bezogen: „fachliche Klärung, Erhebung von Lernerperspektiven und didaktische Strukturierung“ (Reinfried, Mathis & Ulrich 2009). Im Arbeitsschritt der fachlichen Klärung werden wissenschaftliche Aussagen und Positionen zusammengetragen (Kattmann 2007). Um die individuellen Lernvoraussetzungen der Schüler*innen zu erfassen, wird in einem weiteren Arbeitsschritt untersucht, welche gedanklichen Konstrukte die Lernenden mitbringen. Diese lebensweltlichen Erfahrungen werden als „Ausgangspunkte und Hilfsmittel des Lernens“ (ebd., 95) gesehen. Lehrende setzen sich mit der Fragestellung auseinander, welche Präkonzepte sie im Unterricht berücksichtigen müssen.

1 Konzepte der Ordnung in Biowissenschaft und Alltag

Der klassische kognitionspsychologische Ansatz geht davon aus, dass Objekte zu einer Gruppe gehören, wenn sie gemeinsam definierte Merkmale besitzen (Bruner, Godow & Austin 1986). Im Alltag werden Ordnungsschemata der Gesellschaft übernommen und durch individuelle Erfahrung ergänzt. Durch Ordnung erlangt das Individuum Sicherheit, Orientierung und Handlungsfähigkeit. Strukturen werden sichtbar, das Chaotische geordnet. Bei fast allen Klassifikationsverfahren werden Objekte aufgrund ihrer Ähnlichkeit Gruppen zugeordnet. Ordnungssysteme basieren somit auf Ähnlichkeiten, die es ermöglichen, Phänomene in Gruppen zusammenzufassen. Diese Zuordnung erfolgt jedoch auch auf Grund von intuitiver Theorie, auch persönliches Wissen spielt eine Rolle bei der Zuordnung (Spaller 2015).

Die Taxonomie ist der älteste Zweig der Biologie. Die Entdeckung und Beschreibung neuer Arten ermöglichen eine ständige Verbesserung der Klassifikationssysteme. Eine Art ist eine Einheit innerhalb des Systems der Lebewesen. Alle Einheiten lassen sich eindeutig durch bestimmte Merkmale unterscheiden (Kattmann 2001). Seit Charles Darwin wird die evolutionäre Abstammung herangezogen, um Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Lebewesen zu erklären. Dies hatte zur Folge, dass sich auch die Methodik des biologischen Ordnen änderte. Gruppen von Lebewesen werden nicht in kleinere Gruppen zerlegt, sondern Taxa werden auf Grund ihrer Verwandtschaft zu übergeordneten Einheiten zusammengefügt (Burmester & Krüger 2005). Das Klassifizieren von Arten läuft heute in mehreren hierarchischen Schritten ab. Auf morphologischer, anatomischer, physiologischer und biochemischer Ebene wird die Verwandtschaft identifiziert. Dies setzt beträchtliche Kenntnisse und Erfahrungen voraus (Mayer 2002).

Natürlich gibt es in der Biologie nicht nur die Möglichkeit, nach Verwandtschaft, also streng systematisch, zu sortieren. Es existieren auch andere Ordnungen, wie z. B. nach dem Lebensformtypus. Hier werden Lebewesen zusammengefasst, die bei ähnlicher Lebensweise ähnliche Strukturen entwickeln. Alexander von Humboldt versuchte, Pflanzen nach ihren Überwinterungsstrategien, ihrer Anpasstheit an den Wassergehalt des Bodens und ihrer Ernährungsweise zu unterscheiden (Wulf 2016).

2 Methodische Vorgehensweise, Ergebnisse und Interpretation

46 Schüler*innen der 4. Schulstufe werden im Rahmen des Sachunterrichts nach ihren Vorstellungen zum Ordnen von Pflanzenteilen befragt. Problemfelder im Verstehensprozess des naturwissenschaftlichen Ordnen sollen aufgedeckt werden, um anschließend innovative Vermittlungskonzepte zu entwickeln. Als geeignete Methode erwies sich das dokumentierte Beobachten des Ordnungsprozesses nach Altrichter und Posch (2018). Die Beobachtungen werden während des Prozesses für die spätere Bearbeitung schriftlich festgehalten. Die gewonnenen Schüler*innenvorstellungen werden in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse (Mayring 2015) in einem weiteren Schritt kategorisiert.



Abb. 1: Methodische Vorgehensweise, Quelle: eigene Darstellung, 2022

Prätest:

Wie in Abb. 1 dargestellt, werden in einem Prätest 21 Schüler*innen getestet. Die Kinder benennen die für die Untersuchung ausgewählten Pflanzenteile (vgl. Abb. 2). Die korrekte Benennung war für 17 Schüler*innen möglich.

Testsetting:

46 Kinder werden, aufgeteilt in Gruppen, mit der Aufgabe betraut, essbare Pflanzenteile nach nicht festgelegten Kriterien zu ordnen. Die Schüler*innen bekommen die Aufgabe, ihre Ordnung zu benennen. Jede gebildete Pflanzengruppe wird mit einem Post-it beschriftet. Im Anschluss daran werden die Teilnehmer*innen von der/dem Lehrer*in zu ihren Ordnungskriterien befragt. Dies gewährleistet, dass die von den Kindern gebildeten Gruppen im Anschluss klaren Kategorien zugeordnet werden können. Die von jedem Kind festgelegte Ordnung wird zusätzlich mittels Foto dokumentiert.

Orange	Kürbis	Tomate	Jungzwiebel	Haselnuss
Zitrone	Zucchini	Apfel	Knoblauch	Maroni
Himbeere	Gurke	Birne	Zwetschke	Kohlrabi
Erdbeere	Kopfsalat	Karotte	Wassermelone	Broccoli
Heidelbeere	Paprika	Kartoffel	Walnuss	Karfiol

Abb. 2: Pflanzenteile für die Ordnungsaufgabe, eigene Darstellung, 2022

Datenanalyse:

Im Folgenden werden nun die in dieser Untersuchung ermittelten Denkkonzepte dargestellt. Diese werden zunächst Kategorien und anschließend drei übergeordneten Denkfiguren zugeordnet. Diese Denkfiguren leiten sich deduktiv aus der Theorie ab. Aussehen und Nützlichkeit werden von Krüger und Burmester (2005) als Hauptkriterien für das Ordnen von Pflanzen definiert. Die Denkfigur Wissenschaftsorientierte Zuordnung wird von Weitzel und Groppe (2009) im Rahmen einer Untersuchung über Präkonzepte zur stammesgeschichtlichen Entwicklung beschrieben. Die im Testsetting geäußerten Vorstellungen werden systematisch analysiert, die den Denkfiguren untergeordneten Kategorien induktiv gebildet.

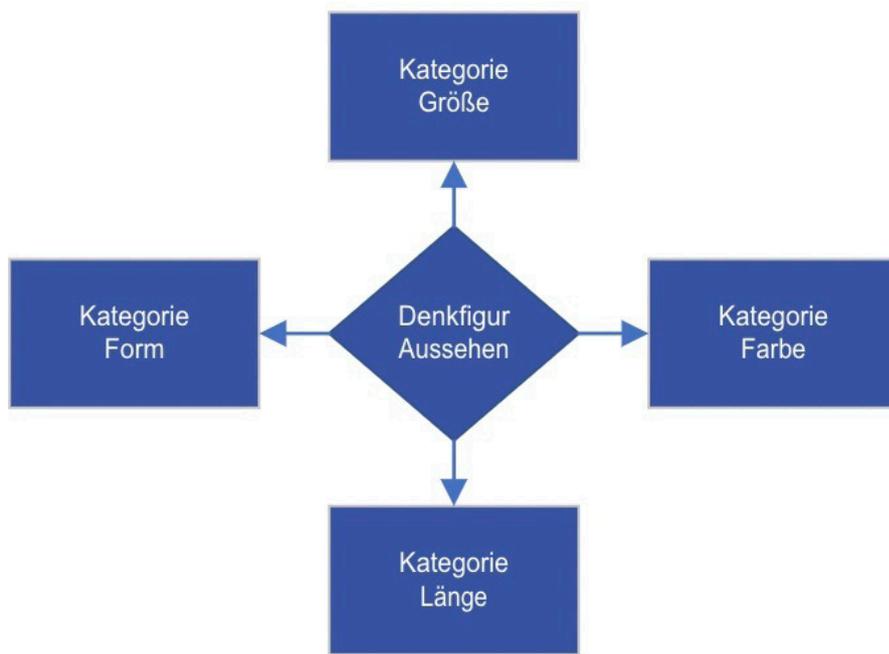


Abb. 3: Denkfigur Aussehen und Kategorien, Quelle: eigene Darstellung, 2022

Denkfigur Aussehen der Pflanzenteile

Unter dieser in Abb. 3 grafisch dargestellten Denkfigur subsumieren sich alle Kategorien, die sich auf das Aussehen der Pflanzenteile beziehen. Alle Formen von morphologischen Ordnungsversuchen fallen unter diese Denkfigur.

Kategorie Farbe

14 der Schüler*innen wählten beim Ordnen das Kriterium Farbe (Rot, Grün, Orange, Lila, Braun, Blau, Gelb). Dies führte bei zweifarbigen Früchten häufig zu Unschlüssigkeit. Teilweise erfolgte eine Zuordnung in zwei Gruppen, dabei wurde z. B. der Apfel zwischen die Gruppen Rot und Grün gelegt. Es gab aber auch Schüler*innen, die eine eigene Gruppe mit zweifarbigen Pflanzenteilen bildeten.

Kategorie Volumen

13 Schüler*innen ordneten die Pflanzenteile nach ihrem Volumen. Großteils erfolgte die Zuordnung unter der Kategorie Volumen als eine einzige kriterienstete Ordnung. Die Pflanzen wurden nacheinander aufgereiht. Wenn mehrere Kategorien zur Ordnung herangezogen wurden, wurde eine Gruppe mit großen Pflanzenteilen gebildet (Kürbis, Melone).

Kategorie Länge

Zwei der Schüler*innen ordneten die Pflanzenteile nach der Länge. Sie verwendeten für ihre Kategorienbildung ein Lineal.

Kategorie Form

Ein Kriterium stellte für sieben der Schüler*innen die Form dar. Die Pflanzenteile wurden in runde (kann rollen), längliche und konische Objekte aufgeteilt (unten dünn und oben dick).

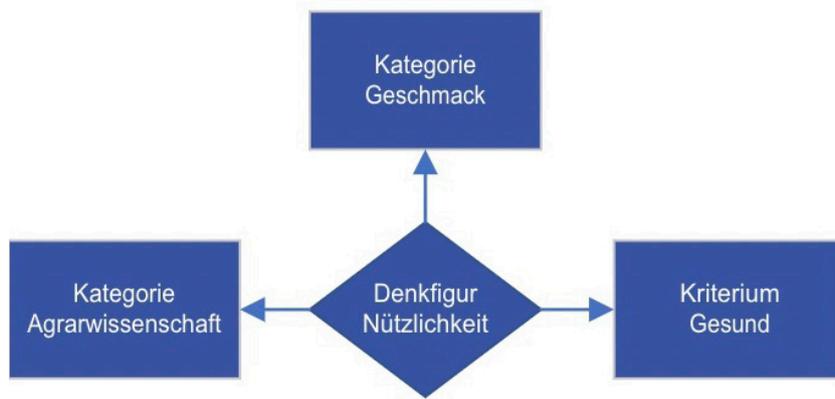


Abb. 4: Denkfigur Nützlichkeit und Kategorien, Quelle: eigene Darstellung, 2022

Denkfigur Nützlichkeit für den Menschen

Unter dieser in Abb. 4 dargestellten Denkfigur finden sich Kategorien, die sich auf die Nützlichkeit für den Menschen beziehen.

Kategorie Zucker

Zwei der Schüler*innen ordneten die Pflanzenteile nach dem vermuteten Zuckergehalt („alles, was Zucker hat“).

Kategorie Geschmack

Sieben der Schüler*innen bildeten Gruppen nach dem Geschmack. Dabei wurden sowohl allgemeine Geschmacksbeschreibungen (schmeckt nach nichts, süß, frisch, sauer) wie auch persönliche geschmackliche Vorlieben („mag ich“, „schmeckt mir“, „schmeckt mir nicht“) gewählt.

Kategorie Agrarwissenschaft

14 der Schüler*innen benutzten die Begriffe Obst und Gemüse, um die Pflanzenteile zu ordnen.

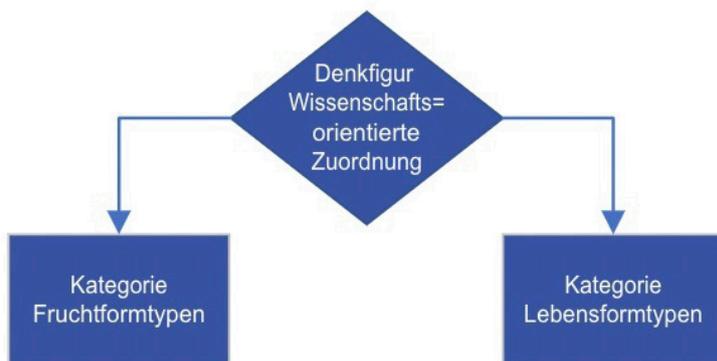


Abb. 5: Denkfigur Wissenschaftsorientierte Zuordnung, Quelle: eigene Darstellung, 2022

Denkfigur Wissenschaftsorientierte Zuordnung

Bei der in Abb. 5 grafisch dargestellten Denkfigur handelt es sich um Ordnungssysteme, die in Anlehnung an anatomische und ökologische Ordnungssysteme gebildet wurden.

Kategorie Fruchtformtypen

Bei zwölf Schüler*innen war Wissen über ausgewählte Fruchttypen (Beeren, Nüsse) vorhanden. Dieses wurde zur Ordnung herangezogen. Den Beeren wurden meist Himbeere, Heidelbeere und Erdbeere zugeordnet. Eine Schülerin ordnete die Erdbeere den Nüssen zu. Walnuss, Haselnuss und Maroni wurden den Nüssen zugeordnet. Es ist davon auszugehen, dass die Begriffe „Nuss“ und „Beere“ im Namen der Untersuchungsobjekte zu dieser Zuordnung beigetragen haben.

Kategorie „Lebensformtypen“

Drei Schüler*innen ordneten die Pflanzenteile danach, ob sie im Boden, direkt auf dem Boden oder an einem Baum oder Strauch wachsen. Die Schüler*innen gaben bei Nachfrage an, aus dem eigenen Garten zu wissen, was wo wächst. Diese Einteilung ähnelt der in der Ökologie angewendeten Einteilung nach Lebensformtypen.

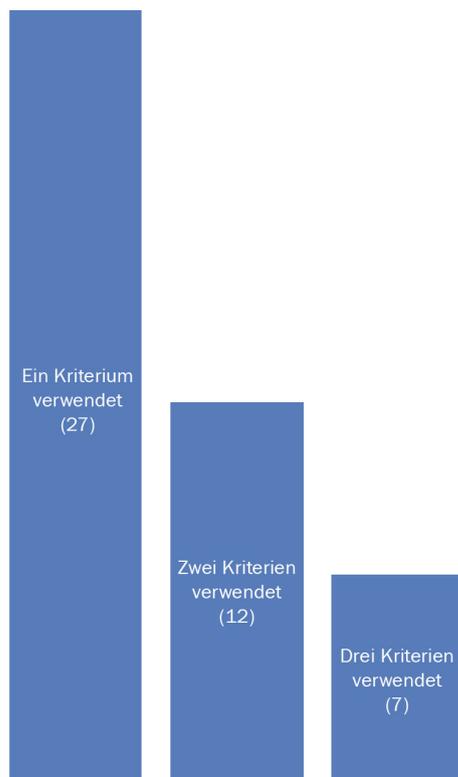


Abb. 6: Häufigkeit der Bildung von kriteriensteten Ordnungssystemen, Quelle: eigene Darstellung, 2022

Abb. 6 verdeutlicht die Häufigkeit, mit der Schüler*innen nach einem zwei oder drei Kriterien ordneten. 27 der Schüler*innen bildeten kriterienstete Ordnungssysteme. Zwölf der Schüler*innen ordneten gleichzeitig nach zwei Kriterien. Sieben der Schüler*innen ordneten nach drei Kriterien. Mehr als drei Kriterien wurden von keinem Kind gleichzeitig verwendet. Die Datenauswertung zeigt, dass über die Hälfte der Schüler*innen kriterienstet ordnete. Zwei Annahmen, die den hohen Prozentsatz erklären, sind möglicherweise die offene Aufgabenstellung und die Auswahl der Ordnungsobjekte (Nutzpflanzenteile). Es ist davon auszugehen, dass das Ordnen von Nutzpflanzenteilen einen guten Ausgangspunkt für die Öffnung eines Lernraumes zum Erlernen des naturwissenschaftlichen Ordnen bietet. Systematik wurde nicht als Ordnungskriterium herangezogen. Die Schüler*innen sind der stammesgeschichtlichen Klassifizierung bei Nutzpflanzen vermutlich noch nie begegnet.

3 Didaktische Strukturierung eines Unterrichtskonzeptes

Mithilfe der erhobenen Perspektiven von Lernenden wird ein Unterrichtskonzept entworfen, das dem Erwerb von Wissen und Kompetenzen über die Natur des Ordnen in den Naturwissenschaften dienlich sein kann. Eine detaillierte Abfolge des exemplarisch geplanten Unterrichtsverlaufs mit vorgeschlagenen Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidungen wird im Folgenden gegeben (Kattmann 2007). Abb. 7 zeigt detailliert die einzelnen Phasen des Unterrichtsverlaufs.

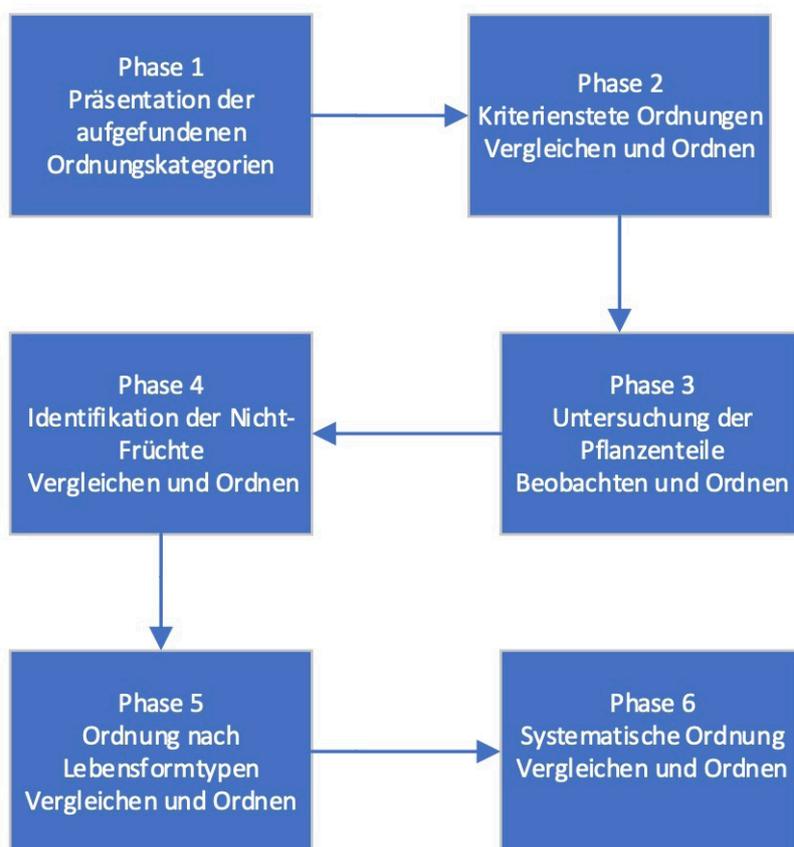


Abb. 7: Einzelne Phasen des Unterrichtsverlaufs, Quelle: eigene Darstellung, 2022

Phase 1: Präsentation der aufgefundenen Kategorien

In einem ersten Schritt werden die durch die Datenanalyse identifizierten Kategorien den Schüler*innen präsentiert.

Phase 2: Kriterienstete Ordnungen

Den Kindern wird verdeutlicht, dass Naturwissenschaftler*innen beim Ordnen der Welt der Organismen kriterienstet arbeiten. Die Bedeutung des Wortes wird anhand der vorgefundenen Kategorien erläutert. Morphologische Ordnungen werden mit Hilfe der Pflanzenteile exemplarisch gebildet (Länge mit Lineal oder Masse mit Waage bestimmen, unterschiedliche Formen identifizieren und zuteilen).

Phase 3: Untersuchung der Pflanzenteile

Die Kinder sollen zunächst durch die Methode des Forschenden Lernens an die anatomisch botanische Ordnung von Pflanzen herangeführt werden. Dies bedeutet, die Schüler*innen planen und dokumentieren ihre Untersuchungen, arbeiten in Kleingruppen, ziehen Schlussfolgerungen und präsentieren ihre Ergebnisse (Bertsch 2016). Für diesen Prozess erhalten die Schüler*innen erneut die Pflanzenteile. Sie bekommen den Auftrag (Methode des Beobachtens) in den Pflanzenteilen nach Samen zu suchen. Die Kinder sollen dokumentieren, wie die Samen aussehen und wo sie im Fruchtfleisch liegen. Die Lernenden teilen die Pflanzenteile nach ihrer Untersuchung in Früchte und Nicht-Früchte auf. Am Ende der Einheit präsentieren die Gruppen ihre Forschungs-

ergebnisse (Wellnitz 2013). In weiterer Folge versuchen die Schüler*innen, die vorgefundenen Früchte durch die Methode des Vergleichens Fruchtformen zuzuordnen. Bilder mit Fruchtformtypen sollen mit den vorgefundenen Früchten verglichen werden. Die Schüler*innen dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse. Im Zuge dieses Forschungsauftrages ist es essenziell, andere Ordnungssysteme wie das der Agrarwissenschaft von Obst und Gemüse dem anatomisch botanischen gegenüberzustellen. Diese helfen uns, im Alltag Nutzpflanzen zu ordnen. Es handelt sich dabei aber nicht um ein kriterienstetes biologisches Ordnungssystem. Die Schüler*innen können im Zuge ihrer Untersuchung die Grenzen ihres Alltagskonzeptes erkennen, da es keine klare Festlegung gibt, was unter Obst und Gemüse einzuordnen ist. Dies kann einen Vorstellungswandel (Conceptual Change) beim Lerner begünstigen. Es kommt zu einer Unzufriedenheit mit dem alten Konzept. Ein neues Konzept, welches plausibel und verständlich ist, wird eher akzeptiert (Krüger 2015).

Phase 4: Identifikation der Nicht-Früchte

Den nächsten Schritt bildet die Überlegung, was die Nicht-Früchte sein könnten. Welche Pflanzenteile das sind, wird mit Hilfe von Abbildungen der gesamten Pflanze (Wurzel, Spross, Blüten, Früchte und Blätter) überlegt. Die Kinder erhalten die Nicht-Früchte und Zeichnungen der zugehörigen Pflanze. Sie versuchen herauszufinden, welchen Teil der Pflanze sie vor sich haben. Die Methode des Vergleichens, welche eine wichtige Arbeitsweise der Biologie darstellt, kommt hier zum Einsatz. Die Überlegungen der Kinder werden zum Abschluss präsentiert.

Phase 5: Ordnung nach Lebensformtypen

Die Schüler*innen bekommen erneut die Zeichnungen der Gesamtpflanze, diese werden den Pflanzenteilen zugeordnet. In einem weiteren Schritt ordnen die Schüler*innen die Untersuchungsobjekte nach Lebensformtypen.

Phase 6: Systematische Ordnung

Im letzten Schritt soll die systematische Ordnung von Pflanzen exemplarisch gezeigt werden. Die Lehrperson nimmt selbst die Untersuchungsobjekte und beginnt zu ordnen. Sie erklärt, dass diese Systematik auf Grund der evolutionären Verwandtschaft der Pflanzen miteinander entsteht und ordnet die Pflanzenteile auf Ebene der Familie (z.B. Kürbisgewächse: Gurke, Zucchini, Kürbis, Melone; Rosengewächse: Apfel, Birne, Brombeere, Himbeere, Erdbeere; Nachtschattengewächse: Tomate, Kartoffel, Paprika).

Zum Abschluss erfolgt eine Reflexion der vorangegangenen Einheiten. Es wird thematisiert, dass die verwendete Ordnung immer vom Kontext abhängt. Biolog*innen ordnen je nach Fachgebiet unterschiedlich, Ökologen*innen anders als Systematiker*innen. Es kommt also immer darauf an, welchen Aspekt der Pflanze (Fruchttyp, Verwandtschaft, Lebensformtyp) man genauer betrachtet.

4 Ausblick

Der vorgestellte Unterrichtsentwurf ermöglicht das Zusammenführen der Erfahrungswelt von Schüler*innen und Wissenschaftler*innen. Das übergeordnete Bildungsziel, die spezifischen Zugänge der Naturwissenschaft erfahrbar zu machen, wird durch die didaktische Strukturierung aufgegriffen und praxisbezogen umgesetzt. Die hierfür zur Anwendung kommenden wissenschaftlichen Erkenntnismethoden (Beobachten, Ordnen und Vergleichen) führen zu einem naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerb der Schüler*innen. Die erhobenen Präkonzepte stellen mit Sicherheit nur einen Bruchteil der bei Schüler*innen vorhandenen Vorstellungen über das Ordnen dar. Weiterführende Untersuchungen mit einer größeren Stichprobe können Aussagen über vorhandene Vorstellungen der Lernenden validieren und zusätzliche Denkkategorien aufzeigen. Der zur Anwendung kommende Ansatz der Aktionsforschung kann Lehrpersonen als Impuls dienen, den eigenen Unterricht weiterzuentwickeln und das Unterrichtshandeln ins Zentrum der Betrachtung zu rücken.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Methodische Vorgehensweise, Quelle: eigene Darstellung 2022
- Abb. 2: Pflanzenteile für die Ordnungsaufgabe, Quelle: eigene Darstellung 2022
- Abb. 3: Denkfiguren und Kategorien, Quelle: eigene Darstellung 2022
- Abb. 4: Häufigkeit der Bildung von kriteriensteten Ordnungssystemen, Quelle: eigene Darstellung 2022
- Abb. 5: Denkfigur Wissenschaftsorientierte Zuordnung, Quelle: eigene Darstellung 2022
- Abb. 6: Häufigkeit der Bildung von kriteriensteten Ordnungssystemen, Quelle: eigene Darstellung 2022
- Abb. 7: Einzelne Phasen des Unterrichtsverlaufs, Quelle: eigene Darstellung 2022

Literaturverzeichnis

- Altrichter, H. & Posch, P. (2018). Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. Regensburg: Klinkhardt.
- Bertsch, C. (2016). „Forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Theoretische Grundlagen und Rahmenbedingungen“. GDSU- Journal (5), S. 9-27.
- BMBWF. (2010). Lehrplan der Volksschule. Siebenter Teil. Bildungs- und Lehraufgaben sowie Lehrstoff und didaktische Grundsätze der Pflichtgegenstände der Grundschule und der Volksschuloberstufe, Grundschule – Sachunterricht. Wien: Bundesministerium.
- Burmester, A. & Krüger, D. (2005). „Wie Schüler Pflanzen ordnen“. Zeitschrift der Didaktik der Naturwissenschaften 11, S. 85-102.
- Bruner, J.; Goodnow, J. & Austin, G. (1986). A Study of Thinking. New York: Routledge.
- Hamann, M. & Asshoff, R. (2015). Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten. Seelze: Klett.
- Hamann, M. (2002). Kriteriengeleitetes Vergleichen im Biologieunterricht. Innsbruck: Studienverlag.
- Kattmann, U. (2007). „Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie“. In: Krüger, D. & Vogt, H. (Hrsg.). Theorien in der biologiedidaktischen Forschung (S. 93-103). Heidelberg: Springer-Lehrbuch.
- Kattmann, U. (2001). Elfen, Gaukler, Ritter. Insekten zum Kennenlernen. Hannover: Kallmeyer.
- Krüger, D. (2007). „Die Conceptual Change-Theorie“. In: Krüger, D. & Vogt, H. (Hrsg.). Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. (S. 81- 90). Heidelberg: Springer-Lehrbuch.
- Mayer, E. (2002). Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt. Vielfalt, Evolution und Vererbung. Berlin: Springer Verlag.
- Mayring, P. (2015). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Beltz.
- Pany, P. (2014). „Students’ interest in useful plants: A potential key to counteract plant blindness“. Plant Science Bulletin 60, S. 18-27. doi:10.3732/psb.1300006
- Reinfried, S.; Mathis, C. & Kattmann, U. (2009). „Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht“. Beiträge zur Lehrerbildung 27, S. 404-414.
- Ruppel, S. (2019). Botanophilie. Mensch und Pflanze in der aufklärerischen bürgerlichen Gesellschaft um 1800. Wien, Köln, Weimar: Böhlau Verlag.
- Spaller, C. (2015). „Welt ordnen – Menschen begegnen. Über die Konstruktion und das Tun von Differenzen“. Zeitschrift für Inklusion (1) Abrufbar unter: <https://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/266> (13. 10. 2022)
- Weitzel, H. & Gropengießer, H. (2009). „Vorstellungsentwicklung zur stammesgeschichtlichen Anpassung: Wie man Lernhindernisse verstehen und förderliche Lernangebote machen kann“. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 15, S. 287-305.

Wellnitz, N. & Mayer J. (2009). „Evaluation von Kompetenzstruktur und -niveaus zum Beobachten, Vergleichen, Ordnen und Experimentieren“. Erkenntnisweg Biologiedidaktik, 7, S. 129 -144.

Wellnitz, N. (2013). „Frucht oder Nicht-Frucht?“. In: Schiemann P., Mayer J. (Hrsg.). Experimentieren Sie! Biologieunterricht mit Aha-Effekt. Selbstständiges Kompetenzorientiertes Erarbeiten von Lehrplaninhalten. Berlin: Cornelsen.

Wulf, A. (2016). Alexander Humboldt und die Erfindung der Natur. München: Bertelsmann Verlag.

Autorin

Anja Vogl, BEd MA

Hochschullehrerin der PH Wien, Lerndesignerin, Sekundarstufenlehrerin, Begleiterin von Schüler*innen beim Übergang von Primar- zu Sekundarstufe

anja.vogl@phwien.ac.at