

Denkmodelle vom Lebenszyklus der Samenpflanzen

Jana Quinte, Petra Lindemann-Matthies & Hans-Joachim Lehnert

quinte@ph-karlsruhe.de – petra.lindemann-matthies@ph-karlsruhe.de – lehnert@ph-karlsruhe.de

Pädagogische Hochschule Karlsruhe

Abteilung Biologie,
Bismarckstr. 10, 76133 Karlsruhe

Zusammenfassung

Welche Vorstellungen haben Schülerinnen und Schüler vom Lebenszyklus der Samenpflanzen? In Anlehnung an die „Mental Models“ nach Vosniadou und Brewer (1994) werden in diesem Beitrag die Ergebnisse einer Vorstudie präsentiert. Schülerinnen und Schüler der 5., 6. und 8. Klassen in Baden-Württemberg und im Elsass wurden zu ihren Vorstellungen vom pflanzlichen Lebenszyklus interviewt ($n = 46$) und schriftlich befragt ($n = 369$). Die Erhebungsinstrumente beinhalteten Fragen zu den Kernkonzepten (Samen, Blüte, Frucht) und den Prozessen (Bestäubung, Befruchtung, Frucht- und Samenbildung, Samenverbreitung), die den Lebenszyklus von Samenpflanzen ausmachen. Unter anderem sollten Schülerinnen und Schüler verschiedene Pflanzenstadien in die Reihenfolge ihrer Entwicklung bringen und die jeweilige Reihenfolge begründen. Aus den Ergebnissen ließen sich insgesamt zehn Denkmodelle ableiten, die fünf Modelltypen zugeordnet werden konnten.

Abstract

Which conceptions do students have about the life cycle of seed plants? Based on the “Mental Models” by Vosniadou and Brewer (1994), results of a pilot study will be presented. The study investigated the conceptions of students from the 5th, 6th and 8th grade in Baden-Württemberg and Alsace with the help of interviews ($n = 46$) and a written questionnaire ($n = 369$). The instruments included questions to core concepts (seed, flower, fruit) and processes (pollination, fecundation, fructification, formation of seeds, dissemination) which characterize the life cycle of seed plants. Students were especially asked to order different development stages of plants according to the life cycle and to explain their ordering. Overall, ten different mental models could be derived from the results which could be sorted into five different model types.

1 Einleitung

Das Bienensterben hat zur Folge, dass in Teilen Chinas und Amerikas Bauern die Blüten ihrer Obstbäume mit dem Pinsel bestäuben müssen, um überhaupt Früchte ernten zu können. Saatgutkonzerne verkaufen Samen, aus denen Pflanzen entstehen, die sich nicht fortpflanzen können und sichern sich so die Abhängigkeit der Bauern und den Verkauf neuer Samen im nächsten Jahr. An diesen Beispielen wird deutlich, dass das Wissen um den pflanzlichen Lebenszyklus, die Fortpflanzung und die Verbreitung der Samenpflanzen ebenso wie das Verständnis von Kreisläufen von Bedeutung ist. Doch wie verstehen Schülerinnen und Schüler diesen Lebenszyklus?

In der vorliegenden Studie wurden Schülervorstellungen vom Lebenszyklus der Samenpflanzen sowohl in Baden-Württemberg (Deutschland) als auch im Elsass (Frankreich) erhoben und miteinander verglichen. Als Lebenszyklus (auch Entwicklungszyklus genannt) bezeichnet man „die in der Generationsfolge auftretenden Entwicklungs- und Fortpflanzungsstadien eines Organismus beginnend von der Befruchtung der Eizelle bis zur Reproduktion von eigenen Nachkommen“ (CAMPBELL & REECE, 2003). Aus einem Samen entsteht eine Keimpflanze, die heranwächst und zu gegebener Zeit Knospen und Blüten entwickelt. Die Blüten werden bestäubt und befruchtet. Während andere Blütenteile welken, reift die Frucht heran. Darin entwickeln sich die Samen der neuen Generation; diese werden verbreitet, bevor aus ihnen selbst neue Pflanzen entstehen.

Im Alter von etwa viereinhalb Jahren beginnen Kinder ein Kreislaufverständnis zu entwickeln (HICKLING & GELMAN, 1995). Für jüngere Kinder scheint es dagegen eine Diskontinuität zwischen dem Ursprung des Samens (Pflanze → Samen) und dem Werden des Samens (Samen → Pflanze) zu geben. Sie sind noch nicht in der Lage, eine Verbindung zwischen den Entwicklungsstadien (Samen → Pflanze → Samen) herzustellen. Auch BENKOWITZ & LEHNERT (2009) zeigen in ihrer Studie, dass das Verständnis vom pflanzlichen Kreislauf mit dem Alter zunimmt. Allerdings beziehen sich Vorstellungen oft auf bestimmte Pflanzen, wobei Kinder unter zehn Jahren Schwierigkeiten haben zu verallgemeinern (BOYER, 2000; MEUNIER & CORDIER, 2004).

Das Modell des Lebenszyklus beinhaltet nicht nur ein einzelnes Konzept, sondern benötigt das Verständnis von einer komplexen Interaktion zwischen verschiedenen Konzepten (Samen-Blüte-Frucht) und Ereignissen (Bestäubung, Befruchtung, Frucht- bzw. Samenbildung, Verbreitung) (vgl. VOSNIADOU & BREWER, 1994).

2 Theorie: Denkmodelle

Nach der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens (GROPENGIEßER, 2007) gründet der heranwachsende Mensch seine ersten „basalen Konzepte“ durch elementare Erfahrungen. Der Mensch wird als aktiver Konstrukteur seines Wissens verstanden und verschafft sich so ein grundlegendes Verständnis von seiner Umwelt (KRÜGER, 2007). Auch VOSNIADOU & BREWER (1994) gehen davon aus, dass ein Mensch in seinen jüngsten Jahren schon ontologische und epistemologische Grundannahmen durch Beobachtungen und Erfahrungen aufbaut. Diese Grundannahmen sind meist unbewusst und werden nur schwer aufgegeben. Sie beeinflussen weiteres Lernen bzw. die Interpretation von weiteren Beobachtungen, Erfahrungen und einströmenden Informationen. So werden auch inhaltsspezifische Denkmodelle durch diese Grundannahmen beeinflusst und entwickelt (VOSNIADOU & BREWER, 1994).

In der hier vorgestellten Vorstudie ging es darum, Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern einer 5., 6. und 8. Klasse beidseits des Rheins zu erheben, um Denkmodelle zum Lebenszyklus der Samenpflanzen zu erhalten und bildlich-schematisch präsentieren zu können. Nach VOSNIADOU & BREWER (1994) sind Denkmodelle dynamische Strukturen, die geschaffen werden, um bestimmte Problemsituationen zu erklären. Sie zeichnen sich durch drei Merkmale aus: (1) ihre Struktur entspricht jeweils dem Zustand der Welt, den sie repräsentieren; (2) sie können gedanklich manipuliert werden, um mögliches Geschehen in bestimmten Situationen voraussagen zu können; (3) sie bieten Erklärungen für naturwissenschaftliche Phänomene.

VOSNIADOU & BREWER (1994) haben Schülervorstellungen zum Tag-Nacht-Zyklus erhoben und die abgeleiteten mentalen Modelle in drei Kategorien eingeteilt: initiale Modelle, synthetische Modelle und wissenschaftliche Modelle. Die initialen Modelle werden ausschließlich aus den alltäglichen Beobachtungen und Erfahrungen entwickelt. Synthetische Modelle zeigen bestimmte kulturelle Beeinflussungen wissenschaftlich akzeptierter Aussagen. Wissenschaftliche Modelle bilden den aktuellen Stand wissenschaftlicher Erkenntnis ab.

3 Fragestellungen

Ziel der Vorstudie war es, Denkmodelle zum pflanzlichen Lebenszyklus von Schülerinnen und Schülern im Elsass und in Baden-Württemberg herauszuarbeiten. Ein detaillierter Vergleich der beiden Kulturen (Deutschland, Frankreich) erfolgt in der Hauptstudie. Es wird erwartet, dass die Ergebnisse der

Vorstudie Tendenzen aufzeigen, die in der Hauptstudie überprüft werden können. Für die Voruntersuchung stellen sich folgende Fragen:

1. Welche Denkmodelle vom Lebenszyklus bestimmter Samenpflanzen entwickeln Schülerinnen und Schüler der 5., 6. und 8. Klasse?
2. An welchen Stellen gibt es Abweichungen vom bzw. Überschneidungen mit dem wissenschaftlichen Modell des pflanzlichen Lebenszyklus?
3. Woraus leiten die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen bzw. ihre Vorstellungen vom pflanzlichen Lebenszyklus ab? Welche Schwierigkeiten können für sie daraus entstehen?

4 Methodik

Tab. 1: Vergleich der beiden Kohorten

Merkmale	Ort der Befragung	
	Birkenfeld (Baden-Württemberg)	Strasbourg (Elsass)
Einzugsbereich der Schule	Land	Stadt
Schulen	Eine Realschule (5., 6. und 8. Klasse, zweizügig)	Eine Grundschule (5. Klasse, dreizügig) und ein Collège (6. und 8. Klasse, fünf- und zweizügig)
Unterricht zum Lebenszyklus der Samenpflanzen	In der 5. und / oder 6. Klasse	In der 6. Klasse
Lehrerin	Gleiche Lehrerin für alle untersuchten Klassen	Gleiche Lehrerin für die Klassen des Collège

Die Erhebungen der Vorstudie erfolgten in einer Realschule in Birkenfeld und einer Grundschule und einem Collège in Strasbourg. Um ein möglichst breites Spektrum an Teilnehmenden und damit gegebenenfalls auch an Vorstellungen vom pflanzlichen Lebenszyklus zu erhalten, wurden die Teilnehmenden so ausgewählt, dass sie sich im Alter, Vorwissen und Wohnort unterschieden (Tabelle 1).

Je zwei bis drei Schülerinnen und Schüler der 5., 6. und 8. Klassen (insgesamt 16 Klassen) wurden durch Zufall ausgewählt und nahmen an einem ca. 30 minütigem Interview teil. Insgesamt wurden 46 Schülerinnen und Schüler zum Lebenszyklus der Samenpflanzen befragt. Nur die Schülerinnen und Schüler der 5. Klasse der Strasbourger Grundschule hatten zum Zeitpunkt der Befra-

gung noch keinen Unterricht zum Thema Lebenszyklus gehabt (siehe Tabelle 1).

Die Vorstellungen zum Lebenszyklus der Samenpflanzen wurden mit Hilfe eines leitfaden- und materialgestützten, problemzentrierten Interviews (nach BORTZ & DÖRING, 2006) erhoben. Die Interviews wurden mit Hilfe einer Kamera aufgezeichnet und später analysiert. Zentraler Bestandteil war ein Test, in dem die Schülerinnen und Schüler verschieden alte Samenpflanzen in die Reihenfolge ihrer Entwicklung bringen sollten (vgl. BENKOWITZ & LEHNERT, 2009). Sie hatten verschiedene Töpfe mit Senfpflanzen vor sich. Die Pflanzen waren dabei in unterschiedlichen Entwicklungsstadien (ein Samen – Keimpflanze - blühende Pflanze - fruchtende Pflanze - viele Samen). Ebenso erhielten die Schülerinnen und Schüler Bildkarten einer Apfel-, Kirsch-, Paprika- oder Erbsenpflanze zum Ordnen. Die Schülerinnen und Schüler sollten nach dem Ordnen ihre Reihenfolge begründen. In den meisten Fällen wurden weitere Verständnis- bzw. Vertiefungsfragen gestellt. Auch wurde erhoben, ob die Schülerinnen und Schüler Begriffe wie Lebens- bzw. Entwicklungszyklus bereits gehört hatten und, wenn ja, in welchem Kontext. Abschließend wurden den Schülerinnen und Schülern zwei Problemsituationen präsentiert, zu denen sie Stellung nehmen sollten. Diese waren illustriert und bezogen sich auf die Rolle der Bienen bei der Apfelbildung und auf die Entstehung eines neuen Baumes durch die Eicheln einer umgefallenen Eiche (vgl. NYBERG, 2005).

Die Interviews wurden mit Videograph transkribiert und qualitativ ausgewertet: zunächst wurde offen, später themengebunden mit MAXQDA codiert. Insgesamt waren 22 der 46 Interviews geeignet, mit Hilfe des Programms MAXQDA⁵ sogenannte One-Case-Models zu erzeugen, aus denen sich bildlich-schematische Denkmodelle zum Lebenszyklus der Samenpflanzen erstellen ließen. Elf der 22 Interviews wurden danach durch Peers gegenlesen. Sie arbeiteten ebenfalls Denkmodelle heraus, die mit den ursprünglich aufgestellten übereinstimmten.

5 Ergebnisse

5.1 Denkmodelle

Aus den 22 Interviews konnten fünf Denkmodelle zum pflanzlichen Lebenszyklus abgeleitet werden, die als Grundtypen gelten können (Abb. 1-5). Eines davon ist das wissenschaftliche Modell (Modelltyp A). Die vier anderen

⁵ <http://www.maxqda.de/produkte/maxqda/maxmaps>

Modelltypen weichen an folgenden Problemfeldern (PF) vom wissenschaftlichen Modell ab:

- PF Intervention Mensch (Modelltyp B): der Mensch ist verantwortlich für das Gedeihen der Pflanzen;
- PF Samen (Modelltyp C): Antworten auf die Fragen „wie entstehen Samen, woher kommen sie und was wird aus ihnen?“ weichen von wissenschaftlichen Aussagen ab;
- PF Blüte-Frucht (Modelltyp D): Blüten werden nicht als Fortpflanzungsorgane betrachtet; das Konzept von der Entstehung der Frucht weicht vom wissenschaftlichen Modell ab;
- PF Samen-Blüte-Frucht (Modelltyp E): dieses Problemfeld setzt sich aus dem PF Samen (Modelltyp C) und dem PF Blüte-Frucht (Modelltyp D) zusammen.

Im Folgenden werden die einzelnen Denkmodelle benannt, ihre Eigenschaften erläutert und bildlich-schematisch dargestellt. Zur weiteren Illustration werden typische Schüleraussagen zu den jeweiligen Modellen vorgestellt.

Der Modelltyp A stellt den Lebenszyklus im wissenschaftlichen Sinn dar (Abb. 1). Schülerinnen und Schüler, die dieses Modell verwenden, äußern folgende Konzepte:

- die Samen kommen aus der Frucht,
- die Blüte entwickelt sich zu einer Frucht mit Samen.

Probanden, die das wissenschaftliche Modell verwendeten, waren auch in der Lage, Prozesse wie Bestäubung, Befruchtung und Samenverbreitung zu erläutern. Die Verwendung der Fachsprache variierte allerdings je nach Schülerin oder Schüler.

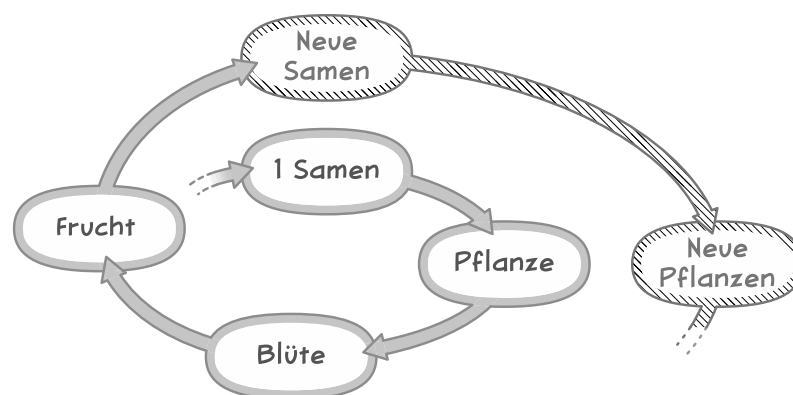


Abb. 1: Modell A - Lebenszyklus im wissenschaftlichen Sinn

Typische Schüleraussagen zu diesem Modell waren: „Hier ist wieder der Samen. Aus dem Samen kommt der Baum raus. Hier sind dann die Blüten. Aus den Blüten werden die Kirschen. In den Kirschen sind ja auch Samen drin. Nach einer Zeit werden die Kirschen bräunlich und nach einer Zeit bleiben dann nur noch die Kerne übrig. Die fallen dann wieder runter und dann kommt ein neuer Baum [...] Die Biene streicht ja sozusagen über die Blume, die Pollen bleiben an ihrem Fell hängen. Dann bleiben die Pollen am Stempel hängen und durch den Stempel kommt da die Frucht.“ (Schülerin S1, 11 Jahre alt, RS Birkenfeld).

"Au début c'est juste un noyau. Le noyau se développe, il germe et ça donne un petit cerisier. Quand il est grand, il fait des fleurs. Les fleurs fanent et donnent des cerises, c'est les fruits. Dans les cerises, il y a les noyaux. Après ça recommence comme ça tout le temps. [...] Les fleurs sont fécondées et ça donne des fruits. [...] il y a des grains de pollens qui doivent aller dans le pistil pour féconder les ovules.,, [Am Anfang ist nur der Kern. Der Kern entwickelt sich, keimt und gibt einen kleinen Kirschbaum. Wenn er groß ist, macht er Blüten. Die Blüten welken und geben Kirschen, das sind die Früchte. In den Kirschen sind die Kerne. Danach fängt es wieder so an, immer wieder. [...] Die Blüten werden befruchtet und das gibt Früchte. [...] Die Pollenkörner müssen in den Stempel, um die Eizelle zu befruchten⁶.] (Schüler S2, 12 Jahre alt, Collège Strasbourg).

Beim Modelltyp B „Intervention Mensch“ gingen die Schülerinnen und Schüler davon aus, dass ohne das Zutun des Menschen keine Pflanze wachsen kann (Abb. 2a und b). Der Mensch muss jeweils neu aussäen. Dabei entnimmt er die Samen entweder aus der Frucht (Modell B1; Abb. 2a) oder aus einem anderen Pflanzenteil (Modell B2; Abb. 2b).

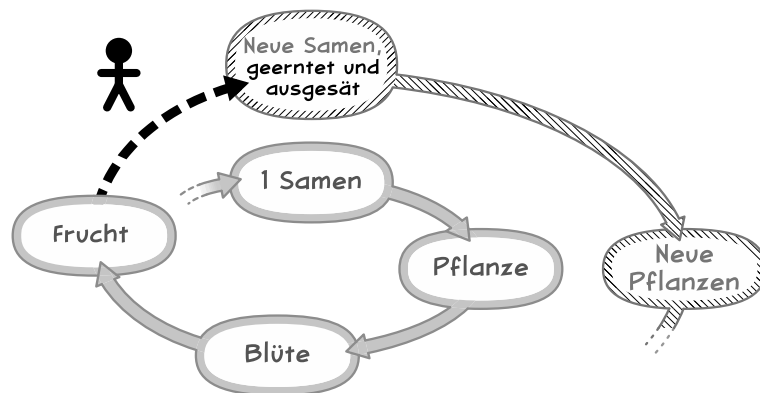


Abb. 2a: Modell B1 - Menschliche Intervention / Samen aus Frucht

⁶ Die folgenden, in Klammer stehenden Schüleraussagen sind eigene Übersetzungen aus dem Französischen.

Auf die Nachfrage, ob Samen nur durch Menschen verbreitet werden können, waren typische Schüleraussagen: „Das wäre ein bisschen komisch, weil es dann auch richtig warm sein müsste. Mein Vater lässt die Samen schon ein bis zwei Wochen austrocknen. Wenn die Paprika dann schimmelt und dann die Samen übrig bleiben - also bis sie trocken sind - braucht es schon eine Weile, und dann sind sie ja schon in der Erde und die Erde ist feucht. Ich glaube das würde nicht gehen.“ (Schüler S3, 12 Jahre alt, RS Birkenfeld).

“Non parce qu’il faut l’enterrer parce que si on la laisse [la graine] dans le jardin et qu’on ne l’a pas enterrée, la graine ne va pas pouvoir se développer parce que les graines si on ne les plantent pas dans la terre pendant qu’il fait jour, la graine va pourrir et ne sera plus bonne et le cerisier ne pourra plus pousser.“ [Nein, weil man ihn eingraben muss, weil, wenn man ihn [den Samen] im Garten lässt und man ihn nicht eingegraben hat, sich der Samen dann nicht entwickeln kann, weil die Samen, wenn man sie nicht einpflanzt solange es Tag ist, faulen und das ist dann nicht mehr gut und der Kirschbaum wird dann nicht mehr wachsen können.] (Schüler S4, 10 Jahre, Grundschule Strasbourg).

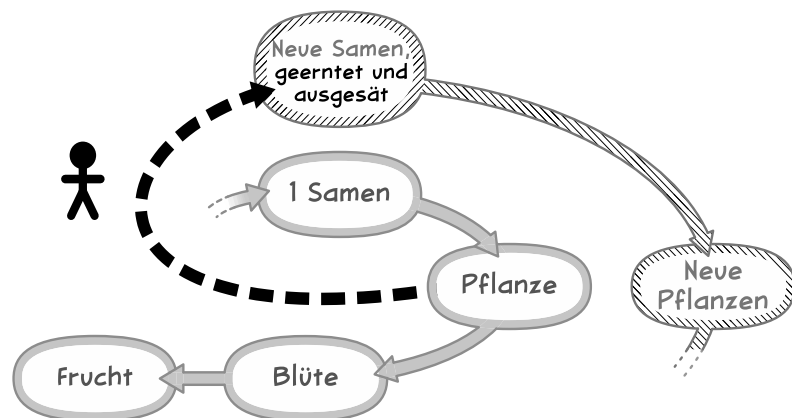


Abb. 2b: Modell B2 - Menschliche Intervention / Samen aus Pflanze

Auf die Nachfrage, woher die Samen kommen, war eine typische Antwort: „Là, dans la plante, dans la tige, ça commence à former des graines pour les récupérer ensuite.“ [Hier, in der Pflanze, im Stängel, fängt es an Samen zu bilden, um sie später einzusammeln.] (Schüler S5, 11 Jahre alt, Grundschule Strasbourg).

Im Modelltyp C liegt das Problemfeld im Bereich der Samen. Hierbei gibt es vier Ausprägungen (Abb. 3a-d):

1. Der Ursprung der Samen ist nicht bekannt, sodass die Schülerinnen und Schüler eher eine lineare Vorstellung vom Entstehen bis zum Absterben eines Individuums haben (Modell C1; Abb. 3a).

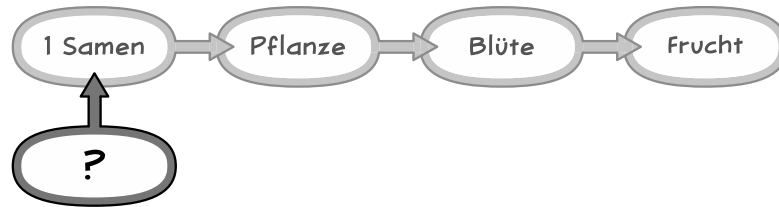


Abb. 3a: Modell C1 - Lineare Darstellung

Bei der Nachfrage nach der Herkunft der Samen antwortete eine Schülerin (S6, 10 ½ Jahre alt, Grundschule Strasbourg): „*Il y a des magasins où on peut les acheter [...] peut-être qu'ils les prennent d'un jard... je sais pas, parce qu'on ne peut pas les trouver comme ça les graines.*“ [Es gibt Einkaufsläden in denen man sie kaufen kann [...] vielleicht nehmen sie sie von einem Gärt... ich weiß nicht, weil man sie nicht einfach so finden kann die Samen.]

2. Nicht die Frucht, sondern die Blüte trägt und verbreitet die Samen. Diese Abweichung wird als Blütenzyklus beschrieben (Modell C2; Abb. 3b).

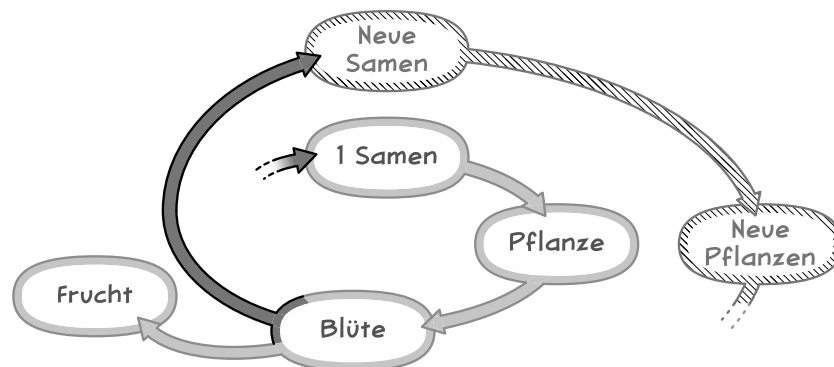


Abb. 3b: Modell C2 - Blütenzyklus

Bei der Nachfrage zur Herkunft der Samen war eine typische Schüleraussage zu diesem Modell: „*Die würde ich sagen geben die Blüten ab. Also im Herbst vielleicht, wenn sie runter fallen.*“ (Schüler S7, 15 Jahre alt, RS Birkenfeld). Die Frucht jedoch entsteht in der Blüte „*also in der Mitte kommt dann so ein Apfel raus*“.

3. Die Samen kommen weder aus der Frucht noch aus der Blüte, sondern aus einem anderen Pflanzenteil wie zum Beispiel dem Stiel oder der Wurzel (Modell C3; Abb. 3c).

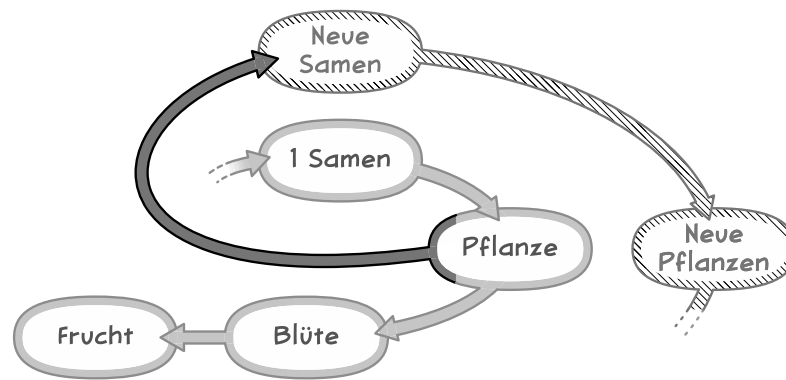


Abb. 3c: Modell C3 - Samen aus anderem Pflanzenteil

Bei der Nachfrage über die Herkunft des Samens antwortete eine Schülerin (S1, 11 Jahre alt, RS Birkenfeld): „Aus der Erde. Ich glaube durch die Wurzeln kann ein Samen entstehen. Ich glaube, es muss auch ein Apfelbaum sein.“

4. Die Samen teilen bzw. vermehren sich, so dass aus einem Samen viele Samen entstehen (Modell C4; Abb. 3d).

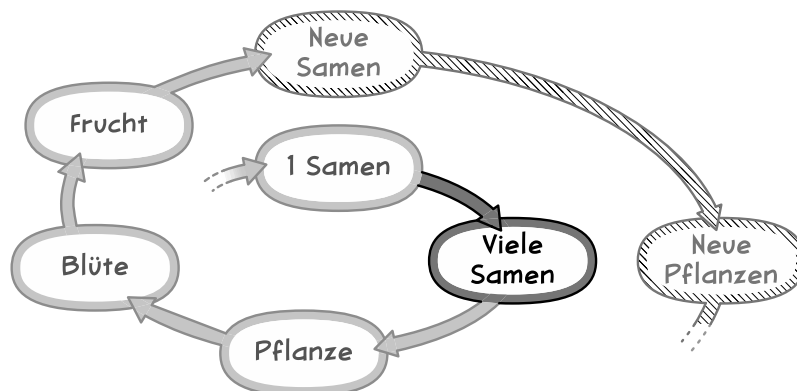


Abb. 3d: Modell C4 - Samen vermehren oder teilen sich

Typische Aussagen zu diesem Modell waren: „Aus dem Samen kommen dann noch mehr Samen.“ (Schülerin S1, 11 Jahre alt, Birkenfeld).

„Weil da der einzelne Samen ist; da vermehrt er sich erst mal, dann entsteht die Pflanze mit ihren Wurzeln.“ (Schüler S8, 14 Jahre alt, RS Birkenfeld).

„Après il y a la graine qui se divise.“ [Danach ist da der Samen, der sich teilt.] (Schüler S9, 13 Jahre alt, Collège Strasbourg).

Der Modelltyp D zum Problemfeld „Blüte-Frucht“ weist drei Ausprägungen auf (Abb. 4a-c):

1. Die zeitliche Reihenfolge entspricht der des wissenschaftlichen Modells (Modell A). Die Schülerinnen und Schüler sahen aber keinen sexuellen Zusammenhang zwischen der Blüte und der Frucht (Modell D1. Abb. 4a).

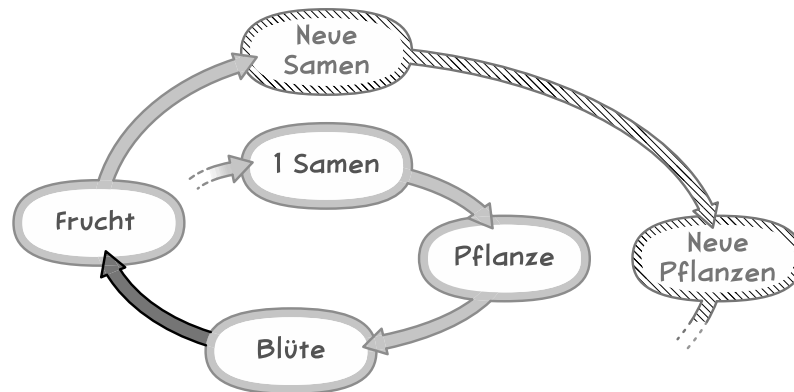


Abb. 4a: Modell D1 - zeitliche Reihenfolge

Eine typische Schüleraussage zu diesem Modell war: „*Weil die Blüten früher kommen als die Kirschen*“ (Schüler S3, 12 Jahre alt, RS Birkenfeld). Dieser Schüler glaubte nicht, dass es einen Zusammenhang zwischen den Blüten und den Kirschen gibt. Für ihn hatte der Kirschbaum seine Blüte „*damit es auch ein bisschen schön aussieht [...] Ein Baum muss ja wie der Mensch zeigen, wie er ist [...] damit die Leute den Baum bewundern.*“

2. Blüten und Früchte befinden sich gleichzeitig auf der Pflanze und stehen in keinem sexuellen Zusammenhang (Modell D2; Abb.4b).

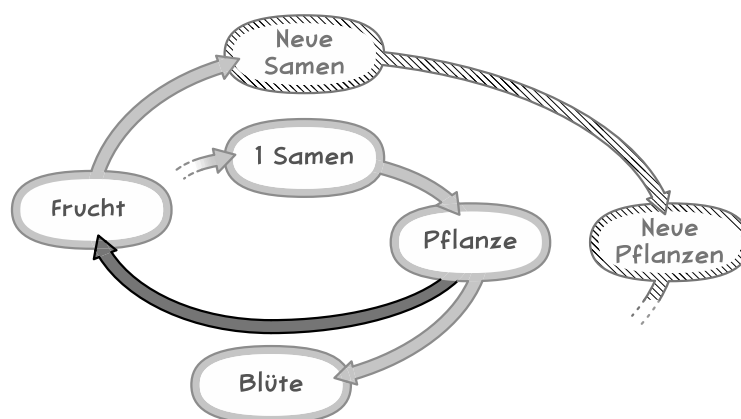


Abb. 4b: Modell D2 - Blüte und Frucht gleichzeitig

Eine Schüleraussage zu diesem Modell war: „*In der Nähe von der Blüte erscheint dann immer die Paprika. So war das halt immer bei uns, da war die Blüte und dann in der Nähe so daneben beim Stock ist dann die Paprika ge-*

wachsen. Wahrscheinlich weil die Blüte direkt Kohlenstoffdioxid einatmet und das geht dann direkt in die Paprika da, dass dann die Paprika gleich wachsen kann.“ (Schüler S3, 12 Jahre alt, RS Birkenfeld).

3. Nach der Frucht kommt die Blüte (Modell D3; Abb. 4c).

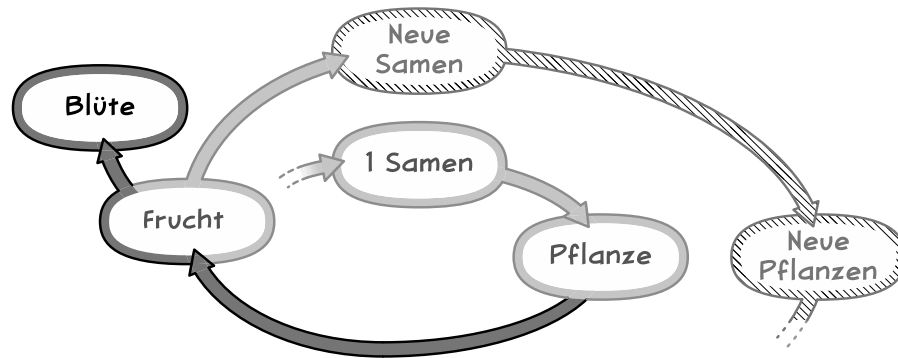


Abb. 4c: Modell D3 - Frucht dann Blüte

Typische Aussagen zu diesem Modell waren: „Zuerst wieder die Samen, dann wächst es, dann kommt die Paprika und dann blüht das. [...] Dass dann die Samen von der Paprika in die Erde und dann wächst wieder eine neue Paprikapflanze.“ (Schülerin S10, 12 Jahre alt, RS Birkenfeld).

„La graine; ça pousse; il y a le poivron après; quand il tombe et que la matière organique s'enlève, il y a les graines qui sont au sol qui peuvent repousser et quand le poivron est tombé, il y a une fleur, une fleur du fruit.“ [Der Samen; es wächst; Dann ist da die Paprika; wenn sie abfällt und das organische Material sich ablöst, sind da die Samen, die auf dem Boden sind, die wieder wachsen können und wenn die Paprika abfällt, ist da eine Blüte, die Blüte der Frucht.] (Schülerin S11, 12 Jahre alt, Collège Strasbourg).

Beim Modell E bezieht sich das Problemfeld sowohl auf die Samen, die Blüte und die Frucht. Schülerinnen und Schüler, die dieses Modell verwendeten, äußerten sowohl Konzepte aus dem Modelltyp C als auch aus dem Modelltyp D.

Eine typische Schüleraussage war: „Aus dem Samen kommt dann die Pflanze raus; hier kommen dann die Blüten; aus den Blüten kommen Äpfel und Blüten hängen ja noch dran; aus den Blüten kommen dann noch mal Samen.“ (Modell C2, Schülerin S1, 11 Jahre alt, RS Birkenfeld). Später verwirft die Schülerin ihre Aussage und glaubt nicht mehr, dass der Apfel aus der Blüte entsteht sondern, dass sich sowohl Äpfel als auch Blüten gleichzeitig auf dem

Baum befinden (Modell D2). Sie meint außerdem „*durch Wurzeln kann ein Samen entstehen.*“ (Modell C3).

5.2 Weitere Ergebnisse der Interviews

Unterschiedliches Denkmodell je nach Pflanze oder Pflanzengruppe

Einige Schülerinnen und Schüler entwickelten je nach Pflanze unterschiedliche Denkmodelle. Dies kam hauptsächlich bei jüngeren Schülerinnen und Schülern vor. So hatte zum Beispiel eine Schülerin (S11, 12 Jahre alt, Collège Strasbourg) das Modell D3 (Frucht dann Blüte) für die Paprika- und Apfelpflanze und das Modell A (Lebenszyklus im botanischen Sinn) für die Senf- und Kirschpflanze; ein weiterer Schüler (S5, 11 Jahre alt, école élémentaire Strasbourg) hatte das Modell B1 (Intervention Mensch, Samen aus Frucht) für die Apfel- und Kirschpflanze und das Modell B2 (Intervention Mensch, Samen aus Pflanze) für die Paprika- und Senfpflanze. Es stellt sich die Frage, ob Schülerinnen und Schüler Pflanzen kategorisieren, wie es bereits von MEUNIER & CORDIER (2004) beschrieben wurde, und innerhalb einer bestimmten Pflanzengruppe ein Denkmodell entwickeln.

Auch wenn die Denkmodelle je nach Pflanze unterschiedlich waren, bezogen sich die Ausprägungen doch meist auf dasselbe Problemfeld. So hatte eine Schülerin (S6, 10 ½ Jahre alt, Grundschule Strasbourg) das Modell C1 (linear) für die Kirsch- und Apfelpflanze, das Modell C2 (Blütenzyklus) für die Senfpflanze und das Modell C4 (Samen aus anderem Pflanzenteil) für die Paprikapflanze. In all diesen Modellen lagen die Abweichungen zur wissenschaftlichen Vorstellung im Problemfeld Samen.

Lineare versus zyklische Vorstellung

Die Schülerinnen und Schüler wurden im Interview gefragt, was sie unter dem Begriff „Lebenszyklus einer Blütenpflanze“ verstehen. Acht von zehn Schülerinnen und Schüler der Strasbourger Grundschule, die noch keinen Unterricht zum Thema hatten, assoziierten mit dem Begriff eine lineare Vorstellung: „*de la graine jusqu'à l'arbre*“ [vom Samen bis zum Baum] (Schüler S5, 11 Jahre alt, Grundschule Strasbourg) oder bis zum Absterben der Pflanze „*c'est tout le développement de la plante, de son début jusqu'à la fin*“ [die ganze Entwicklung der Pflanze, von ihrem Anfang bis zum Ende] (Schüler S12, 10 Jahre alt, Grundschule Strasbourg). Je älter die Schülerinnen und Schüler waren, desto eher gaben sie eine zyklische Erklärung ab (vom Samen zum Samen). Fünf von neun 6. Klässlern und vier von sechs 8. Klässlern des Strasbourger Collèges gaben

eine solche Erklärung ab. Ein Schüler (S13, 12 Jahre alt, Collège Strasbourg) beschrieb hierzu folgendes *„la graine qui germe ça fait une petite plante, si c'est un arbre ça devient un arbre après il y a les fleurs, donc le pistil est pollinisé, il grossit, ça devient un fruit et il y a des graines dans le fruit“* [der Samen, der keimt, daraus wird eine kleine Pflanze, wenn es ein Baum ist, wird es ein Baum. Danach gibt es Blüten, also der Stempel wird bestäubt, er wird dicker und es wird daraus eine Frucht und in der Frucht sind die Samen].

Diverse Informationsquellen

Die Begriffe „Lebenszyklus“ und „Entwicklungszyklus“ waren, laut Interviews, hauptsächlich aus der Schule bekannt. Einige Strاسبourger Schülerinnen und Schüler kannten diese Begriffe auch aus den Medien wie z.B. Dokumentarfilmen oder Büchern. Alle Schülerinnen und Schüler, die eine wissenschaftliche Vorstellung zur Entstehung der Frucht hatten, gaben an, dies in der Schule gelernt zu haben. Bei manchen Schülerinnen und Schülern war zu erkennen, dass sie versuchten, ihre eigenen Erfahrungen und Beobachtungen mit dem in der Schule Gelernten zu vereinen. Sie wechselten innerhalb einer Pflanze ihre Denkmodelle und waren unsicher. Hier zwei Beispiele: *„Ich hatte selber, als ich kleiner war, einen Apfelbaum in meinem Garten und da waren auch Äpfel und ein paar Blüten am Baum dran“*. Diese Schülerin (S1, 11 Jahre, RS Birkenfeld) wusste aber auch aus dem Unterricht, dass eine Frucht durch Bestäubung der Blüte entsteht. Sie blieb unsicher. In einem weiteren Beispiel wurde ein Schüler (S7, 15 Jahre alt, RS Birkenfeld) gefragt woher die Samen kommen: S.: *„Ich meine, die geben die Blüten ab, aber ich bin mir nicht sicher.“* I.: *„Warum hast du sie dann so gelegt?“* [Bildkarte mit Frucht - mit vielen Samen] S.: *„Ich hab's so in Erinnerung, aber ich kann es nicht 100%ig beantworten.“* I.: *Hast du es schon irgendwo gesehen?“* S.: *„Im Bio-Unterricht früher in der 5. Klasse. Ich glaube in einer Art Film. [...] Ich weiß nur noch, dass irgendwelche Vögel Früchte abreißen und dann die Früchte mit sich rumtragen und die Kerne dann liegen lassen und dadurch sich manchmal auch etwas Neues bilden kann.“*

An diesen Beispielen wird deutlich, dass die Konfrontation zwischen initialen Denkmodellen und den Aussagen aus dem Unterricht bei den Schülerinnen und Schülern zu kognitiven Konflikten führen kann. Es wird eine gewisse Unsicherheit hervorgerufen, ohne dass aber die ursprünglichen Denkmodelle aufgegeben werden.

6 Ausblick

Die vorgestellten Denkmodelle bilden die Basis für die Hauptuntersuchung. In dieser soll überprüft werden, wie die verschiedenen Ausprägungen in Baden-Württemberg und im Elsass verbreitet sind. Auf Grund des unterschiedlichen Bildungssystems in den beiden Regionen (Tabelle 2) werden Unterschiede erwartet.

Tab. 2: Vergleich einiger Aspekte des Bildungssystems zwischen den Untersuchungsregionen

Unterscheidungspunkte	Region	
	Baden-Württemberg	Elsass
Aufbau der Bildungspläne	Kompetenzen	Inhalte
Fachunterricht (Biologie)	Ab der 5. Klasse	Ab der 6. Klasse
Lebenszyklus in den Bildungsplänen	Nicht vorhanden	Ab dem Kindergarten
Ziel der Schulgartenarbeit	Wertschätzung der Natur	Lebenszyklus beobachten
Graphische Darstellung des LZ in Schulbüchern	Keine	In fast allen

In der Hauptstudie soll vertiefend untersucht werden, ob Schülerinnen und Schüler Pflanzen in Kategorien wie „Obstpflanzen“, „Kulturpflanzen“ (Obst- und Gemüsepflanzen) oder „Blumenpflanzen“ (Pflanzen bei denen die Blüte auffällt, jedoch die Frucht nicht wahrgenommen wird) einordnen. Auch sollen die von den Schülerinnen und Schülern verwendeten Begriffe und dahinter stehenden Konzepte genauer untersucht werden. Es wird vermutet, dass bestimmte sprachliche Verwechslungen zu Fehlvorstellungen führen können. Auch Nyberg (2005), HELLDÉN (1998) und BOYER (2000) führten auf, dass es häufig zu Verwechslungen zwischen Pollen und Samen bzw. Bestäubung und Samenverbreitung kommt. Es soll untersucht werden, ob es Zusammenhänge zwischen möglichen Einflussfaktoren wie Bildungssystem, Unterricht, Sprache und kultureller Kontext bei der Bildung eines tragfähigen Konzepts zum pflanzlichen Lebenszyklus gibt. Anhand der Ergebnisse sollen Leitlinien für den Unterricht zu den einzelnen Problemfeldern entwickelt werden.

Zitierte Literatur

BENKOWITZ, D. & LEHNERT, H.-J. (2009a): Denken in Kreisläufen - Lernerperspektiven zum Entwicklungszyklus von Blütenpflanzen. Berichte des Instituts der Didaktik der Biologie 17. IDB, Münster.

- BENKOWITZ, D. & LEHNERT, H.-J. (2009b): Vom Samen zum Samen – Studie zum Verständnis des pflanzlichen Entwicklungszyklus. In Lauterbach R., Giest H., Marquardt-Mau B. [Hrsg.]: Lernen und kindliche Entwicklung - Elementarbildung und Sachunterricht. Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 237-244.
- BORTZ J. & DÖRING N. (2006⁴): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer, Heidelberg.
- BOYER, C. (2000): Conceptualisation et actions didactiques à propos de la reproduction végétale. *ASTER* **31**, 149-171.
- CAMPBELL, N.A. & REECE, J.B. (2003⁶): Biologie. Spektrum, Berlin, 279
- GROPENGIEßER, H. (2007): Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In: KRÜGER, D. & VOGT, H. [Hrsg.]: Theorien in der biologiedidaktischen Forschung – Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Springer, Berlin.
- HELLDÉN, G. (1998): A longitudinal study of pupils' conceptualization of the role of the flower in plant reproduction. In ANDERSSON B., HARMS U., HELLDÉN G., SJÖBECK M-L. [Hrsg.]: Research in didaktik of biology – Proceedings of the Second Conference of European Researchers in Didaktik of Biology. Göteborg.
- HICKLING, A. & GELMAN, S. (1995): How does your garden grow? Early conceptualization of seeds and their place in the plant growth cycle. *Child Development* **66** (3), 856-876.
- KRÜGER, D. (2007): Die Conceptual Change-Theorie. In: KRÜGER, D. & VOGT, H. [Hrsg.]: Theorien in der biologiedidaktischen Forschung – Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Springer, Berlin.
- MEUNIER, B. & CORDIER, F. (2004): La catégorie des plantes. Étude développementale de son organisation. *Enfance* **56**, 163-185.
- NYBERG, E. (2005): Elementary school students' understanding of Life cycles. In MARIDA, E., LEWIS, J. & ZOGZA, V. [Hrsg.]: Trends in biology education research in the new biology era. Proceedings of the Vth Conference of the European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB), September 21st-25th, 2004, Patras, Greece. *Patras University Press*, 27-41.
- VOSNIADOU, S. & BREWER, W. F. (1994): Mental models of the day/ night cycle. *Cognitive Science* **18**, 123-183.

