

## Denken in Kreisläufen – Lernerperspektiven zum Entwicklungszyklus von Blütenpflanzen

Dorothee Benkowitz und Hans-Joachim Lehnert<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

*In unserer vergleichenden Querschnittstudie haben wir die Vorstellungen zum pflanzlichen Entwicklungszyklus von Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Schulstufen (Jgst. 1, 6, 8) sowie von Studierenden erhoben. Im Rahmen leitfadenstrukturierter Einzelinterviews sollten unterschiedliche Entwicklungsstadien einer einjährigen Blütenpflanze geordnet und das Vorgehen begründet werden. Zusätzlich wurden ergänzende Fragen zur Herkunft von Pflanzen und Samen gestellt. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die meisten Probanden Schwierigkeiten hatten, die pflanzliche Entwicklung als Zyklus bzw. Spirale zu verstehen. Dies ließ sich nicht nur an der gestellten Reihenfolge, sondern vor allem an den Begründungen für die gewählte Reihe erkennen. Die Mehrheit der Untersuchten – auch der Erwachsenen – verfügt demnach nicht über ein tragfähiges Konzept zum pflanzlichen Entwicklungszyklus. Einen entscheidenden Einfluss zur Entwicklung eines tragfähigen Konzepts hat die eigene Vorerfahrung mit Säen von Samen: Es besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen eigenen Erfahrungen mit dem Aussäen und dem Stellen der Reihe. Dies spricht für einen erfahrungsbasierten Ansatz als Ausgangspunkt für erfolgreichen Unterricht.*

### **Keywords**

*Pflanzenzyklus, Plant Life Cycle, Schülervorstellungen, Conceptions*

---

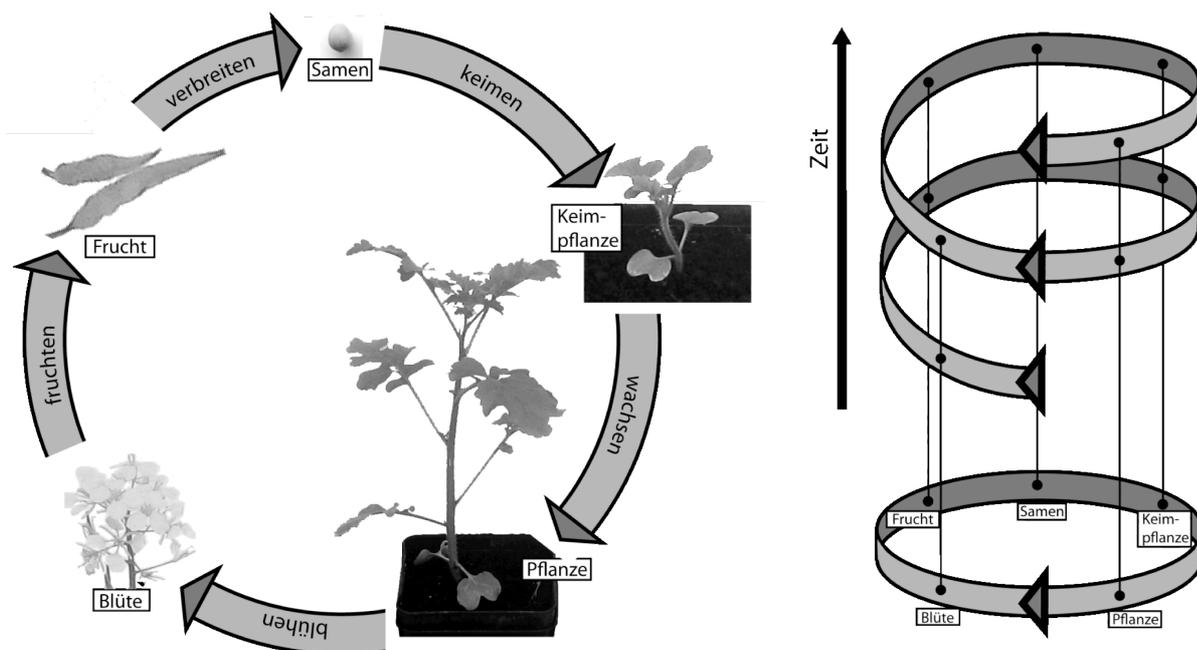
## **1 Einleitung**

Grundvoraussetzung für die Planung von effektivem Unterricht ist die Berücksichtigung der Lernerperspektiven (GROPENGLIEBER 2006). Darüber herrscht in der Didaktik allgemeiner Konsens und entsprechend groß ist die Zahl empirischer Untersuchungen zu Schülervorstellungen zu biologischen Themenbereichen. Ein biologisches Grundprinzip ist jedoch bisher eher marginal erforscht: das Verständnis von Kreisläufen im Sinne von

---

<sup>1</sup> Eingereicht am 12.12.2008, angenommen am 18.02.2009

Lebenszyklen. So durchläuft ein Organismus in seiner Entwicklung in der Regel die gleichen Stadien wie die vorherige Generation und bringt in bestimmten Phasen Geschlechtszellen oder Verbreitungseinheiten (Diasporen) hervor, aus denen wiederum eine neue Generation entsteht. Solche Entwicklungen werden in der Regel als Kreisläufe verstanden und dargestellt, obwohl es sich genau genommen um Spiralen handelt, die in der Zeit gedehnt und auf die Ebene projiziert sind (Abb. 1). Es handelt sich beim wiederholten Durchlaufen des Zyklus nicht um dieselben Individuen, sondern immer um die der folgenden Generationen, die am Fortbestehen der Art beteiligt sind. Im Grunde ist der Lebenszyklus ein Denkmodell, das sich in der Wissenschaft vom Leben bewährt hat und vereinfacht beschreibt, wie sich eine Art „erneuert“ und „fortpflanzt“. Das Denkmodell vom Lebenszyklus wird inzwischen u. a. in der Ökonomie und in der Softwareentwicklung im übertragenen Sinne verwendet.



**Abb. 1:** Entwicklungszyklus einer einjährigen Pflanze (links). Die zeitliche Entwicklung über mehrere Generationen lässt sich durch eine Spirale darstellen (rechts).

Entwicklungszyklen von Angiospermen lässt man in der Regel beim Samen beginnen: Der Same keimt und die Keimpflanze wächst heran. Die Pflanze entwickelt Blüten mit männlichen und/oder weiblichen Organen. Durch doppelte Befruchtung entstehen schließlich wieder Samen, eingeschlossen in einer Frucht. Nach dem Freisetzen der Samen beginnt der Kreislauf von vorne.

Die Studie soll aufzeigen, inwieweit Schülerinnen und Schüler in verschiedenen Altersstufen bzw. Studierende ein Konzept vom pflanzlichen

Lebenszyklus entwickelt haben. Zunächst werden wir über den aktuellen Forschungsstand berichten, bevor die Methode vorgestellt wird. Insgesamt wurden 267 Probanden befragt. Nach der Darstellung der Ergebnisse werden wir mögliche Erklärungen diskutieren.

## **2 Stand der Forschung**

Nach HICKLING & GELMAN (1995) sind Kinder bereits ab 4 Jahren in der Lage, pflanzliche Lebenszyklen zu begreifen. In ihrer Studie mit 4- bzw. 4,5-jährigen Vorschulkindern ( $n = 24$ ) sollten diese jeweils drei Fotos von Samen, Pflanzen und Blüten bzw. Früchten derselben Art in eine Reihenfolge bringen. Das erste Foto wurde zufällig ausgewählt, sodass der Zyklus immer einen anderen Ausgangspunkt hatte. Die 4-jährigen Vorschulkinder lagen beim Anordnen der 12 unterschiedlichen Arten (6 mit Blüten, 6 mit Früchten) noch sehr nahe an der Ratewahrscheinlichkeit ( $MW = 6.75$ ), die 4,5-jährigen ordneten die Fotos signifikant häufiger in der korrekten Abfolge der einzelnen Entwicklungsstadien ( $MW = 8.58$ ).

Eine weitere Untersuchung, die materialgestützte, klinische Interviews verwendete, belegt, dass bei 4- und 5-jährigen Kindern ( $n = 15$ ) nur vereinzelt ein Zyklusverständnis vorhanden ist (CHERUBINI u. a. 2000). Im Anschluss an die Voruntersuchung sollten die Kinder mit Hilfe eines von der Arbeitsgruppe entwickelten digitalen Lernspielzeugs ein Kreislaufverständnis am Beispiel eines Apfelbaums entwickeln. Die 12 Wachstums-Level vom Apfelkern zum Baum wurden in 15 Minuten durchlaufen. Die einzelnen Level stellten jeweils gleichgroß gezeichnete Entwicklungsphasen dar – die Zeichnung des Kerns war somit fast genauso groß wie die des ausgewachsenen Baumes. Dieses unrealistische Größenverhältnis erwies sich als Lernbarriere: Die Kinder konnten die Zeichnungen nicht nachvollziehen und interpretierten sie folglich falsch. Entsprechend entwickelten sie durch das beschriebene Treatment kein tragfähiges Konzept.

Um ihr handlungsorientiertes Unterrichtskonzept zu pflanzlichen Entwicklungszyklen für Grundschul Kinder auf seine Wirksamkeit zu testen, ließen NYBERG u. a. (2005) vier Zeichnungen von Entwicklungsstadien einer Bohne in zeitlicher Reihenfolge ordnen ( $n = 70$ ). Um eine Reihung nach Größe auszuschließen, wurden die Zeichnungen im Maßstab verändert, sodass eine ältere Pflanze kleiner gezeichnet war als eine jüngere. Der mit Pre- und Posttest nachgewiesene Lernzuwachs betrug 14% bei den 9-Jährigen und 12% bei den 11-Jährigen. NYBERG u. a. (2005) erklären sich dieses für sie

enttäuschende Ergebnis einerseits mit den Änderungen des Maßstabs der Zeichnungen – die kleiner gezeichnete Pflanze wurde nicht als ältere erkannt – andererseits hatten die Kinder zwar eigene Bohnen ausgesät und das Wachstum entsprechend protokolliert, konnten aber vor dem Posttest noch nicht ernten, sodass der Kreislauf in der Intervention nicht bis zum Ausgangspunkt nachvollzogen werden konnte.

### 3 Methodisches Vorgehen

In der vorliegenden Studie wurden Vorstellungen zum pflanzlichen Entwicklungszyklus in vier unterschiedlichen Altersstufen erhoben. Insgesamt nahmen 267 Probanden an der Befragung teil, 42 % davon waren männlich. Der größte Anteil der Testpersonen entstammte acht ersten Grundschulklassen ( $n = 136$ , Durchschnittsalter 6.6 Jahre), die im Rahmen einer Dissertation bezüglich des Einflusses von Schulgartenarbeit auf die Entwicklung der botanischen Domäne untersucht werden (BENKOWITZ 2009). In begleitenden Staatsexamensarbeiten wurden von HERFURTH (2008) zwei sechste Realschulklassen ( $n = 48$ , Durchschnittsalter 11.5 Jahre), und von HARLOS (2008) drei achte Realschulklassen ( $n = 47$ , Durchschnittsalter 14.2 Jahre) untersucht. Zudem wurden Studierende der Hochschule befragt, die zufällig ausgewählt wurden ( $n = 35$ ). Diese Testpersonen repräsentieren junge Erwachsene mit gymnasialer Schulbildung.

Die Probanden wurden im Rahmen von leitfadenstrukturierten Einzelinterviews aufgefordert, unterschiedliche Wachstumsstadien von Weißem Senf (*Sinapis alba*) in eine zeitliche Reihe zu bringen. Die Instruktion war dabei so offen gehalten, dass neben der Reihenbildung auch andere Lösungen möglich waren, nicht zuletzt auch das Bilden eines Kreises. Diese ideale Lösung wurde jedoch nicht erwartet, da die Reihung unter zeitlichem Aspekt eher einen Anfangs- und Endpunkt suggeriert. Deshalb wurde das Beginnen und Beenden der Reihe mit Samen als Anzeiger für ein ausbaufähiges Verständnis des Entwicklungszyklus angesehen (Abb. 2), sofern dies auch mit dem Zyklus begründet wurde. Als Material wurden vier verschiedene Entwicklungsstadien der Pflanze (4-Blatt-Stadium, Pflanze mit Knospen, Pflanze mit Blüten, Pflanze mit reifen Früchten) sowie ein Topf mit einem bzw. vielen Samen angeboten. Mit dem Sortieren echter Pflanzen sollten die oben erwähnten Schwierigkeiten der falsch interpretierbaren Größenverhältnisse umgangen werden.

**Abb. 2:** Wachstumsstadien von Senfpflanzen. Die Töpfchen waren zunächst ungeordnet und sollten von den Probanden in eine zeitliche Reihenfolge gebracht werden. Probanden mit einem Zyklusverständnis stellen sie in dieser Weise. Im linken Töpfchen befindet sich ein Senfsamen, im rechten sind es viele.



Um herauszufinden, welches Vorwissen bzw. welche Vorstellungen mögliche Voraussetzungen für ein Zyklusverständnis sind, wurden ergänzende Fragen zur Beschaffung von Pflanzen bzw. Herkunft und Entstehung von Samen gestellt. Da anzunehmen ist, dass eigene Erfahrungen im Umgang mit Pflanzen bei der Entwicklung eines Zyklusverständnisses eine wichtige Rolle spielen, wurden außerdem Fragen zu eigenen Arbeiten in einem Garten, sowie Erfahrungen mit dem Aussäen und Ernten von Samen gestellt. Die Fragen wurden möglichst einfach formuliert, damit sie auch von Kindern in der Jahrgangsstufe 1 der Grundschule verstanden werden konnten.

Die Interviews mit den Schülerinnen und Schülern wurden digital aufgezeichnet und in Videograph (IPN 2008) transkribiert. Anschließend wurden induktiv aus den Ergebnissen heraus Kategorien zum Zyklusverständnis gebildet und anschließend in SPSS eingegeben.

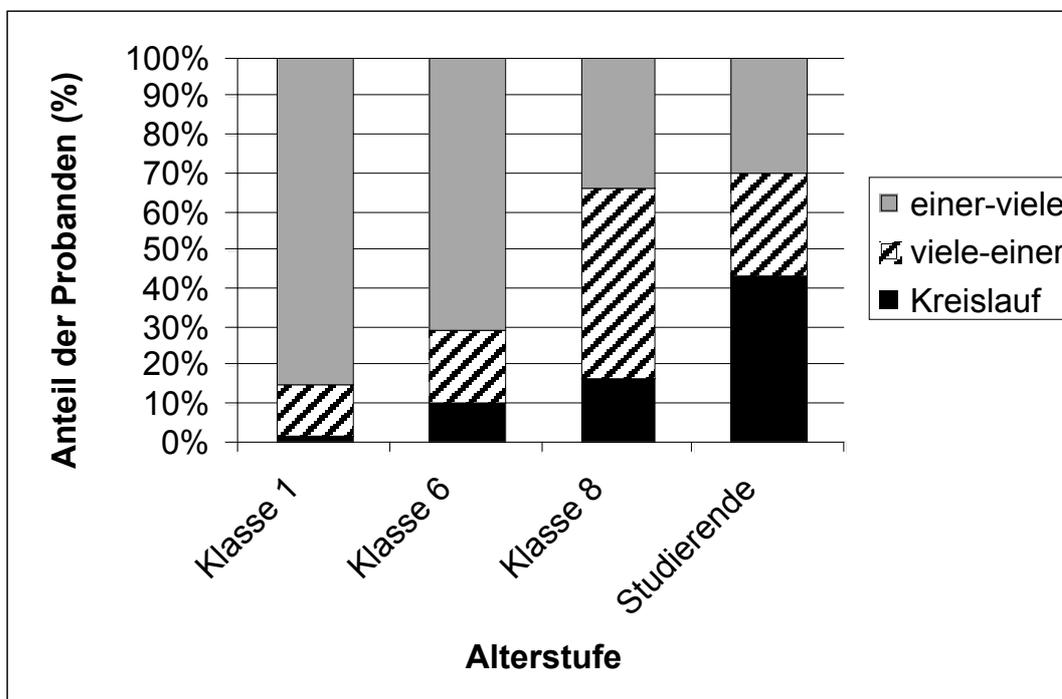
Die Studierenden wurden nach dem Stellen und Begründen der Reihe vom Interviewenden aufgefordert, selbstständig einen Fragebogen mit den gleichen Fragen auszufüllen, die den Schülerinnen und Schülern im Interview gestellt wurden. Die Ergebnisse der Pflanzenreihen wurden den bereits erstellten Kategorien zugeordnet und zusammen mit den Antworten aus den Fragebögen ebenfalls in SPSS eingegeben. Danach erfolgte eine statistische Auswertung zusammen mit den Daten aus der Schülerbefragung.

## 4 Ergebnisse

Bei der Reihung der Samen gaben 12 % der Erstklässler an, dass man keine Reihe bilden könne, 17 % stellten 2er Paare, ließen die Samen ganz weg oder stellten Reihen, in denen keine dem Pflanzenwachstum entsprechende

Entwicklung erkennbar war. Zwei Erstklässler und fünf Studierende stellten beide Samentöpfe nebeneinander an die gleiche Position mit der Begründung, dass beide gleich alt seien und deshalb nicht in Reihe gestellt werden könnten.

Mehr als die Hälfte aller Testpersonen begann die Reihe mit einem Samen, gefolgt von vielen Samen, bevor die Pflanzen gestellt wurden (Abb. 3). Viele konnten keine Begründung für die gewählte Reihenfolge angeben oder äußerten, die Reihe „intuitiv“ – aus dem Bauchgefühl heraus – so gestellt zu haben bzw. selbst unsicher zu sein, ob dies „richtig“ sei. Einige gaben an, dass Samen sich vermehren könnten, bzw. dass ein Samen weniger und somit jünger als viele sei und deshalb zeitlich vor den vielen Samen eingeordnet werden müsse.

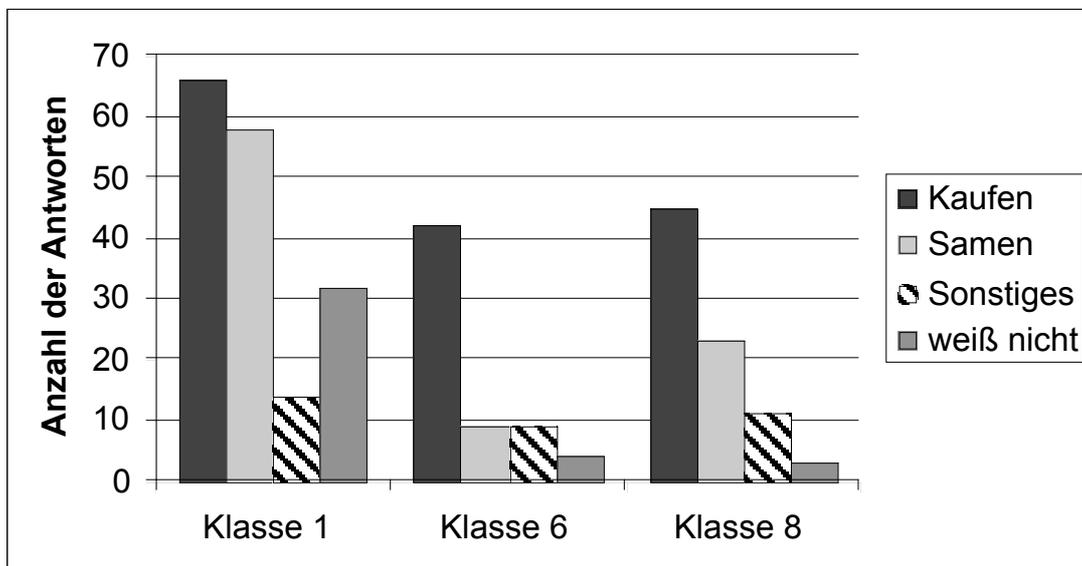


**Abb. 3:** Stellung der Samentöpfe in der Reihe in Abhängigkeit von der Jahrgangsstufe, gruppiert nach den Kategorien „einer-viele“ → die Reihe beginnt mit dem Topf mit einem Samen gefolgt von dem Topf mit vielen; „viele-einer“ → die Reihe beginnt mit dem Topf mit vielen Samen gefolgt von dem Topf mit einem; „Kreislauf“ → die Reihe beginnt mit einem und endet mit vielen Samen.

Die Gruppe, die sich für den Beginn mit vielen Samen gefolgt von einem entschieden hatte, begründete dies damit, dass man zunächst viele Samen aussäen würde, aber nur aus einem Samen eine Pflanze wächst. Die anderen Samen wären entweder anschließend mit Erde bedeckt, im Boden versunken oder von Tieren gefressen worden. Über die Hälfte (60 %) gaben an, bereits schon einmal selbst ausgesät zu haben.

Während bei den Erstklässlern 2 % die Pflanzen und Samen entsprechend dem Entwicklungsverlauf ordneten und dies zumindest von einem Kind mit dem pflanzlichen Zyklus begründet wurde, waren es bei den Sechstklässlern 10 %, bei den Achtklässlern 17 % und bei den Studierenden knapp 40 %. Alle, die die Reihenfolge entsprechend der oben dargestellten Reihe (s. Abb. 2) gebildet hatten, begründeten ihre Entscheidung mit dem Entwicklungszyklus, der mit Samen beginnt und mit Samen endet. Es wurde kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Stellen der Reihe und dem Geschlecht festgestellt.

Etwa die Hälfte aller Befragten (48 %) gab an, schon mindestens einmal selbst ausgesät zu haben. Wer selbst ausgesät hatte, stellte deutlich häufiger die Reihe vom Samen zum Samen. Dieser Zusammenhang ist hochsignifikant ( $p < .001^{**}$ ).



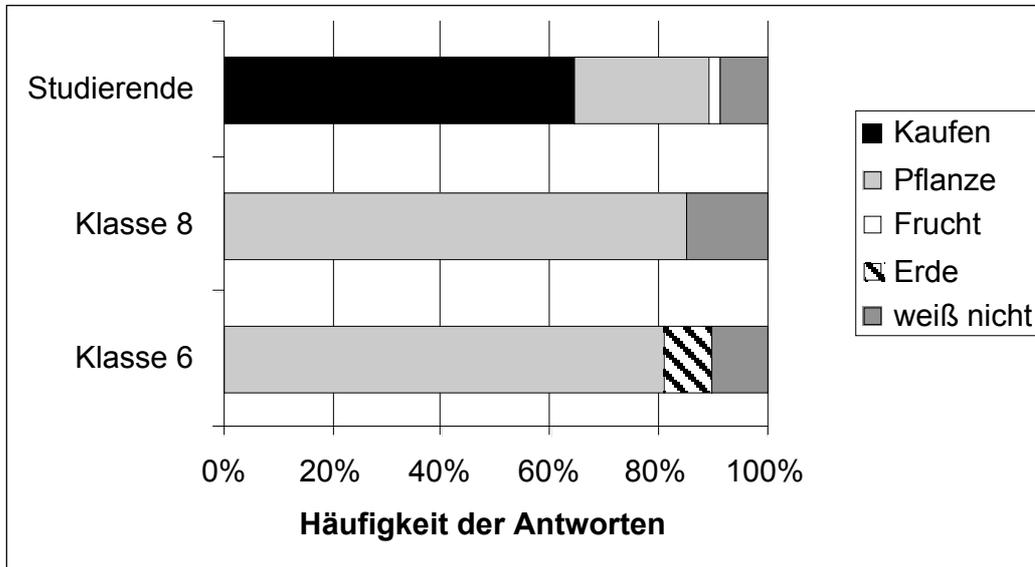
**Abb. 4:** Antworten auf die Frage nach der Bezugsmöglichkeit einer Pflanze, gruppiert nach Kategorien in Abhängigkeit von der Jahrgangsstufe. Es konnten Mehrfachantworten gegeben werden.

Auf die Frage, woher man eine neue Pflanze bekommen könnte, gab fast die Hälfte aller Erstklässler (49 %) an, dass man diese als fertige Pflanzen im Topf kaufen würde (Abb. 4). Zudem zählten 43 % die Möglichkeit auf, Samen zu nehmen, um daraus eine neue Pflanze zu ziehen. Dabei machten 6 % zusätzlich die Angabe, Samen aus einer Pflanze ernten zu können. Eigene Erfahrungen mit dem Aussäen hatten 9 %.

Das Kaufen einer fertigen Pflanze war die häufigste Antwort in Klasse 6 und 8. In dieser Weise äußerten sich fast alle Kinder dieser Klassenstufen. In der 6. Klasse gaben 19 % der Schülerinnen und Schüler an, dass man Pflanzen

aus Samen ziehen kann, in der 8. Klasse 45 %. In der Kategorie „Sonstiges“ wurden die Antworten „eine Zwiebel pflanzen“, „einen Ableger machen“ oder „eine Pflanze ausgraben“ zusammengefasst.

Die älteren Schülerinnen und Schüler und die Studierenden wurden zusätzlich nach der Herkunft von Samen befragt (Abb. 5).



**Abb. 5:** Antworten auf die Frage nach der Herkunft der Samen („Woher bekommt man Samen?“). Mehrfachantworten waren möglich

Während bei den Studierenden das Kaufen von Samen die meistgewählte Antwort war, gaben die Schülerinnen und Schüler häufiger das Entnehmen von Samen aus Pflanzen an. Als Entstehungsort für Samen wurde häufig die Blüte, einmal die Wurzel und einmal die Frucht genannt. Die Frucht wurde von einem kleinen Teil der Studierenden angegeben. Mindestens 10 % jeder Gruppe konnte zur Herkunft von Samen keine Angaben machen.

## 5 Diskussion

Die Studie zeigt, dass sich die meisten Befragten für die Reihenfolge „ein Samen - viele Samen“ entschieden, meistens ohne einen Grund für diese Reihung angeben zu können. Möglicherweise bildeten die Probanden zwei Reihen unabhängig voneinander: zuerst die Samen, dann die Pflanzen. Aus dieser Aufstellung lässt sich kein Kreislaufverständnis ablesen.

Auch die wenigen gegebenen Begründungen für die gewählte Reihenfolge lassen keine Rückschlüsse auf ein Zyklusverständnis zu:

- Einige nahmen an, dass Menge und Alter positiv korrelieren, was beim Pflanzenwachstum ja auch in der Regel zutrifft. Sie hielten mehrere Samen für älter als einen Samen.
- Einige Probanden betrachteten die Vermehrung von Samen isoliert von der Pflanze: Vermehrung wurde so verstanden, dass sich ein Samen vermehren kann.
- Andere begründeten ihr Vorgehen mit der Aussaatmethodik: Erst wird ein Samen gesät, dann viele, weil aus dem einen keine Pflanze wuchs.

Alle, die mit vielen Samen anfangen und dann mit einem Samen weitermachen, begründeten dies mit der Methode des Aussäens. Hier zeigt sich zwar ein Verständnis für die Entwicklung von Pflanzen, ein Konzept vom Kreislauf ist jedoch nicht erkennbar.

Nur 12 % der Befragten verfügten über ein Konzept zum pflanzlichen Entwicklungszyklus: Sie begannen die Reihe mit einem, beendeten sie mit vielen Samen und konnten ihre Reihung mit dem Zyklus begründen. Der hochsignifikante Zusammenhang zwischen eigenem Aussäen und dem Stellen der Reihe nach dem Zyklus spricht für den Wert eigener Erfahrungen. Die eigene Erfahrung ist demnach ein wichtiger Ausgangspunkt für die Entwicklung des Konzepts vom Pflanzenzyklus. Das Ergebnis legt einen erfahrungsbasierten Ansatz für den Unterricht nahe (vgl. DRIVER u.a. 2005).

Die Möglichkeit, eine neue Pflanze aus Samen zu ziehen, wurde bei den Erstklässlern ebenso häufig genannt wie das Kaufen. Dies könnte daran liegen, dass sich Kinder in dieser Altersstufe zu Hause oder in der Schule eher mit dem Aussäen beschäftigen als Sechst- oder Achtklässler. Allerdings werden dazu häufig Pflanzen gewählt, an denen kein Zyklus beobachtet wird, wie z.B. Kresse. Die Kinder haben dann zwar Erfahrung mit der Aussaat, aber keine mit dem Entwicklungszyklus.

Zur Herkunft von Samen konnten viele gar keine Angabe machen. Dies könnte eine Erklärung für das fehlende Zyklusverständnis sein. Während Studierende den Kauf von Samen häufiger nannten als die Kinder, gaben diese sehr viel häufiger das Entnehmen von Samen aus Pflanzen an. Hier könnte ein Zusammenhang mit vorausgegangenem Unterricht bestehen, der noch näher untersucht werden muss.

Bisherige Untersuchungen belegen, dass durch Unterricht offensichtlich nur bei wenigen Schülerinnen und Schülern ein Konzept vom pflanzlichen Zyklus angebahnt wird (NYBERG u.a. 2005). Auch bei den von uns befragten jungen Erwachsenen verfügt nicht einmal die Hälfte über dieses Erklärungsmuster. Das Konzept vom Kreislauf ist ein umfangreiches Konzept, das viel Wissen

um Zusammenhänge umfasst, daher ist es eine große Herausforderung, die Spirale des Lebenszyklus zu begreifen (DRIVER u.a. 2005). Weder das Nachvollziehen eines Zyklus in der Theorie, noch das Erstellen von Diagrammen oder auswendig Lernen von Detailwissen sind ausreichend. Auch das unkommentierte, unreflektierte Beobachten von Phänomenen ist nicht zielführend (ebd.).

Wie müsste Unterricht aussehen, damit er ein Verständnis des Pflanzenzyklus anbahnt? Wie oben bereits festgestellt, ist die eigene Erfahrung ein wichtiger Ausgangs- und Ansatzpunkt. Allerdings müssen diese eigenen Erfahrungen auch thematisiert, reflektiert und analysiert werden, sonst bleibt das Wissen träge. Zur Entwicklung der botanischen Domäne bilden authentische Lernerfahrungen eine wesentliche Grundlage. Möglicherweise kann Schulgartenarbeit beim Anbahnen eines ausbaufähigen Konzeptes zum Entwicklungszyklus eine tragende Rolle übernehmen: Im Schulgarten haben die Kinder die Möglichkeit, eigene Erfahrungen mit Pflanzen und deren Wachstum und Entwicklung zu machen.

## Literatur

- BENKOWITZ, D. (2009): Biodiversität wahrnehmen – Kompetenzentwicklung bei Grundschulkindern durch Schulgartenarbeit. Dissertation, Päd. Hochschule Karlsruhe, in Vorbereitung.
- CHERUBINI, M.; RASMUSSEN, J.; GASH, H. & T. MCCLOUGHLIN (2000): Digital Seed: An interactive toy for the children's exploration of plant growth and life cycles. Media Lab Europe, <http://citeseer.ist.psu.edu/543923.html> [01.10.2008].
- DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHWORTH, P. & V. WOOD-ROBINSON (2005): Making Sense of Secondary Science. Support Materials for Teachers. Routledge, London.
- GROPENGIEßER, H. (2006): Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. Didaktisches Zentrum, Oldenburg.
- HARLOS, B. (2008): Entwicklungszyklus von Blütenpflanzen - Untersuchung von Schülervorstellungen in Klasse 8. Staatsexamensarbeit, Pädagogische Hochschule Karlsruhe, unveröffentlicht.
- HERFURTH, K. (2008): Vom Samen zum Samen – eine Studie zum Verständnis pflanzlicher Entwicklungszyklen bei Schülerinnen und Schülern ohne Schulgartenerfahrung. Staatsexamensarbeit, Pädagogische Hochschule Karlsruhe, unveröffentlicht.
- HICKLING, A. K. & S. A. GELMAN (1995): How Does Your Garden Grow? Early Conceptualization of Seeds and Their Place in the Plant Growth Cycle. *Child Development*, 66, pp. 856-876.
- IPN (2008): <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/videograph/htmStart.htm> [01.10.2008]
- NYBERG, E.; ANDERSON, B. & J. T. LEACH (2005): Elementary School Students' Understanding of Life Cycles. In: Ergazaki, M; Lewis, J. & V. Zogza (eds): Trends in biological education research in the new biological era. Proceedings of the Vth Conference of European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB), Patras, Greece: pp: 27-41.

### Verfasser:

Dorothee Benkowitz, Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Abteilung Biologie,  
Bismarckstraße 10, 76133 Karlsruhe, Deutschland, Tel. 0721/925-4245  
[benkowitz@ph-karlsruhe.de](mailto:benkowitz@ph-karlsruhe.de)

Prof. Dr. Hans-Joachim Lehnert, Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Abteilung Biologie,  
Bismarckstraße 10, 76133 Karlsruhe, Deutschland, Tel. 0721/925-4251  
[lehnert@ph-karlsruhe.de](mailto:lehnert@ph-karlsruhe.de)

**Dieses Projekt wird von der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe gefördert.**