

Im Winter haben Bäume keine Blätter

Fachdidaktische Herausforderungen bei der Ansprache von Gehölzarten

Svenja Affeldt & Jorge Groß

affeldt@idn.uni-hannover.de – gross@idn.uni-hannover.de

Leibniz Universität Hannover, Institut für Didaktik der Naturwissenschaften (IDN),
Am Kleinen Felde 30, 30167 Hannover

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie ist es, Elemente von Artbestimmungsprozessen sowohl aus Lerner- als auch aus fachwissenschaftlicher Perspektive zu analysieren. Am Beispiel von Bäumen werden Verstehensprozesse bei der Merkmalsansprache in den fachdidaktischen Fokus genommen und untersucht. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion stellt dabei den methodischen Rahmen dar. Die Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens und eine moderat konstruktivistische Sichtweise vom Lernen bilden den theoretischen Hintergrund für einen wechselseitigen Vergleich der Schülervorstellungen mit denen der Fachwissenschaftler. Anhand der Analyse der Daten aus zwölf Vermittlungsexperimenten wird deutlich, dass Lerner prinzipiell auch im Winter Merkmale von Gehölzarten ansprechen können. Dies gelingt bereits auf Grundlage ihrer alltagsweltlichen Vorstellungen. Eine Beziehung zwischen Struktur und Funktion von Merkmalen können die Lerner jedoch in den meisten Fällen nicht ohne weitere Unterstützung herstellen. Die Ergebnisse zeigen, dass schon auf der Ebene der Merkmalsansprache Herausforderungen auftreten, denen fachdidaktisch begegnet werden sollte. Sie bieten den Anlass für die prozessbegleitende Entwicklung und didaktische Strukturierung von Lernangeboten.

Abstract

The aim of this study is the analysis of elements of species identification from students' and scientists' perspectives. Using the example of tree identification, we focussed on processes of understanding from an educational point of view. The model of educational reconstruction serves as the methodological framework. Experiential realism and a moderate constructivist epistemology structure the theoretical framework to compare students' and scientists' perspectives alternately. The data based on twelve teaching experiments shows that students are able to identify tree features by using their everyday concepts. However, they

fail to connect features of structure and function without assistance. The results show challenges in feature identification that should be solved educationally. These findings give reason to optimise the interactive learning environment.

1 Einleitung

Die UN Generalversammlung erklärte das Jahr 2011 zum internationalen Jahr der Wälder. Der Schwerpunkt der Resolution liegt auf einem nachhaltigen Umgang mit den natürlichen Ressourcen (UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 2007). Der erste Schritt zum Schutz der Biodiversität ist es, diese zu erkennen, wobei Arten angesprochen und ihre Biologie entdeckt werden soll. Viele Studien beschäftigen sich daher mit Artenkenntnissen und deren Vermittlung (u.a. BROMME ET AL., 2004; SCHAAL & RANDLER, 2004; BEBBINGTON, 2005; STAHL ET AL., 2005; RANDLER & BOGNER, 2006). JÄKEL und SCHÄER (2004) zeigen, dass die Artenkenntnisse der Schülerinnen und Schüler besonders in Bezug auf Bäume als gering eingestuft werden können. Eine intensive Beschäftigung mit den einzelnen Individuen kann die Kenntnisse über Arten jedoch fördern (LINDEMANN-MATTHIES, 2002). Diese Erkenntnisse zeigen die fachdidaktische Relevanz eines gezielten und schülergerechten Kennenlernens von Arten und bilden den Anlass, fachdidaktische Möglichkeiten und Herausforderungen der Artansprache zu untersuchen.

In dieser Studie werden Elemente des Artbestimmungsprozesses am Beispiel der Bestimmung von Laubbäumen vorgestellt. Der Artikel fokussiert dabei auf Schülervorstellungen der Merkmale, die für Schülerinnen und Schüler nutzbar sind, um Arten eindeutig anzusprechen.

Unter Merkmalen werden aus biologischer Perspektive wiedererkennbare Eigenschaften von Lebewesen verstanden, anhand derer sie in Gruppen unterteilt werden können (SAUERMOST & FREUDIG, 2002). Bäume, besonders die sommergrünen Laubbäume, verfügen je nach Jahreszeit über ganz unterschiedliche Merkmale. Um ein vollständiges Bild der Lernervorstellungen zu erhalten, wurden Daten in zwei Zeiträumen erhoben: a) Jahreszeiten, in denen die Bäume Blätter trugen und b) Jahreszeiten, in denen sie kahl waren. In dem vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse der Datenerhebung aus dem Winterhalbjahr vorgestellt. Aus den daraus gewonnenen Erkenntnissen werden Hinweise für eine lernerorientierte Vermittlung von Kenntnissen über die wesentlichen Merkmale von Arten abgeleitet.

Auf Basis der gewonnenen Daten wurde das multimediale Bestimmungsinstrument iKosmos prozessbegleitend entwickelt und spezifische Lernangebote integriert. Lerner werden dabei durch didaktisch strukturierte Hilfestellun-

gen im Prozess der Merkmalsansprache unterstützt. Es sollen Gehölze auf Basis ihrer Merkmale unterschieden werden, um eine Grundlage zum Entdecken der Arten und ihrer Biologie zu bilden. Die Verwendung eines multimedialen Bestimmungsinstrumentes bietet dabei die Chance, Schülerinnen und Schülern durch verschiedene Medienformen gezielt zu unterstützen. Es kann flexibel eingesetzt werden und bei Bedarf Hilfestellungen im Prozess der Merkmalsansprache anbieten.

2 Theorie

Bei der Untersuchung der Lehr- und Lernprozesse im Rahmen dieser Studie stehen die Lernervorstellungen und deren Entwicklung im Mittelpunkt. Mit dem Begriff der Vorstellungen werden kognitive Konstrukte bezeichnet, die im unterschiedlichen Maße wissenschaftlich oder lebensweltlich geprägt sind. Sie werden als Verständnisse und Gedanken verstanden, die sprachlich mitgeteilt werden können. Vorstellungen lassen sich verschiedenen Komplexitätsebenen zuordnen, die in ansteigender Komplexität von Begriffen über Konzepte, Schemata und Denkfiguren bis hin zu Theorien reichen (GROPENGIEßER, 2001). In dieser Studie stehen besonders die Konzepte der Lerner im Fokus. Begriffe werden als die einfachste Ebene der Vorstellungen angesehen und werden über (Fach-) Termini verbalisiert. Sie beziehen sich auf Objekte und Ereignisse. Die nächst höhere Ebene bilden Konzepte, in der mindestens zwei Begriffe miteinander verknüpft und in Beziehung zueinander gesetzt werden, um Sachverhalte abzubilden.

Als theoretische Grundlage des Lernens, also der Veränderung von Vorstellungen, wird eine moderat konstruktivistische Sichtweise genutzt. Lerner werden dabei als Individuen verstanden, welche sich ihr Wissen in einem aktiven und selbstgesteuerten Vorgang selbst konstruieren (GERSTENMAIER & MANDL, 1995). Dabei erfolgt die Konstruktion von Vorstellungen auf Basis von individuellen Erfahrungen, durch die neuronale Verknüpfungsmuster des Gehirns aufgebaut und kontinuierlich modifiziert werden (ROTH, 1997). Daraus folgt, dass es nicht möglich ist, fachwissenschaftliche Erkenntnisse, Methoden oder Theorien einfach an einen Lerner weiterzugeben. Solche Kognitionen können nur über aktive Konstruktionsprozesse des Lernalters selbst erfolgen.

Daran anschließend wird die Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens genutzt, die davon ausgeht, dass Erfahrungen die Grundlage des Verstehens bilden (LAKOFF & JOHNSON, 2007; GROPENGIEßER, 2007). Erfahrungen werden beispielsweise gestiftet, wenn ein Lerner mit seiner physischen und sozialen

Umwelt interagiert. Auf diese Weise werden Basisbegriffe und Schemata in einem Ursprungsbereich konstruiert (GROß, 2007).

In der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens bilden Basisbegriffe eine Grundlage für verkörperte Vorstellungen, die direkt verstanden werden können. Bereiche, in denen Lernern entsprechende Erfahrungen und darauf aufbauende Vorstellungen fehlen, können hingegen nur imaginativ verstanden werden. Dazu werden Vorstellungen von einem Ursprungsbereich auf Grundlage von Metaphern, Analogien und Metonymien auf einen Zielbereich übertragen.

Die Verstehensprozesse bei der Artansprache werden auf Grundlage des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (KATTMANN ET AL., 1997; GROPEN-GIEßER, 2007; GROPEN-GIEßER & KATTMANN, 2009) untersucht. Dabei bildet das Modell einen theoretischen und methodischen Rahmen für die Planung, Durchführung und Evaluation des Lernangebotes. Leitend für die Wahl des Modells ist der Gedanke, dass fachwissenschaftliche Erkenntnisse und Termini nicht direkt aus dem wissenschaftlichen Kontext heraus in einer Lehr-/Lernsituation eingesetzt werden können, sondern fachwissenschaftliche Vorstellungen hinsichtlich ihrer Eignung zur Vermittlung kritisch geklärt werden müssen. Erst auf Basis eines wechselseitigen Vergleichs der fachwissenschaftlichen und der Lernerperspektiven lässt sich ein Lernangebot im Sinne des Modells fachdidaktisch rekonstruieren.

Die Vorstellungen von Lernern werden in dieser Studie im Kontext der Merkmalsansprache betrachtet. Sie stehen daher nie alleine, sondern immer im direkten Zusammenhang mit einem Referenten oder dem Zeichen. In Anlehnung an GROPEN-GIEßER (2001) wird folgende Einteilung vorgenommen:

- 1) **Referenten:** Original-Objekte mit verschiedenen Merkmalen und Merkmalsausprägungen
- 2) **Vorstellungen:** Lernervorstellungen zu den Merkmalen und Merkmalsausprägungen
- 3) **Zeichen:** Texte, Schemazeichnungen, Videos der Merkmale und Merkmalsausprägungen



Abb. 1: Referent, Vorstellungen und Zeichen.

Der Lerner steht im Prozess der Ansprache der Merkmale von Gehölzarten im Mittelpunkt der Untersuchung. Dabei beobachtet er verschiedene Merkmale an einem Referenten, beispielsweise einem zur Verfügung gestellten Ast einer Esche (*Fraxinus excelsior*) mit Knospen. Auf Basis seiner Vorstellungen kann er diese mit den von uns vorgegebenen Zeichen verschiedener schematisch dargestellter Knospen vergleichen (siehe Abb. 1).

3 Fragestellungen

Vorstellungen bestimmen unser Denken und Handeln und bilden die Basis für Alltagswissen und die darauf aufbauenden Verstehensprozesse. Eingebettet in das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, welches hier den Forschungsrahmen für die Planung, Durchführung und Evaluation von Lernangeboten darstellt, stehen sie im Zentrum des Interesses. Demnach werden zunächst die fachwissenschaftlichen Vorstellungen (vgl. Frage 1) geklärt, um sie mit den Lernpotentialen vergleichen zu können. Diese beziehen sich einerseits auf die Merkmale, welche die Schülerinnen und Schüler bei der Beschreibung der Arten (Referenten) äußern (vgl. Frage 2). Andererseits soll untersucht werden, wie Lernende mit den Zeichen von Bestimmungsmedien umgehen, wenn sie diese mit den Referenten in Beziehung setzen (vgl. Frage 3). Diese Schritte sind notwendig, da bisher keine Studien zur Verfügung stehen, in denen Vorstellungen über winterliche Gehölzmerkmale von Schülerinnen und Schülern beschrieben werden. Ungeklärt ist außerdem, wie sich die Schülervorstellungen auf die Merkmalsansprache im Kontext der Bestimmung auswirken. Dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion folgend kann erst durch einen wechselseitigen Vergleich der Lerner und der fachwissenschaftlichen Perspektive ermittelt werden, an welchen Stellen Herausforderungen auftreten (vgl. Frage 4).

Die Fragestellungen der Studie lauten:

- (1) Welche Merkmale nutzen Fachwissenschaftler, um Gehölzpflanzen im Winter anhand ihrer Merkmale anzusprechen?
- (2) Welche Vorstellungen äußern die Lerner zu den Merkmalen von Gehölzpflanzen im Winter?
- (3) Welche Lernervorstellungen lassen sich bei der Zuordnung von Referenten zu Zeichen am Beispiel der Gehölzpflanzen identifizieren?
- (4) Welche fachdidaktischen Herausforderungen ergeben sich im Prozess der Merkmalsansprache im Winter?

4 Methodik

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion bietet den Forschungsrahmen dieser Studie. Aus ihm ergeben sich drei Untersuchungsaufgaben: die fachliche Klärung, die Lernpotential-Diagnose und die didaktische Strukturierung.

4.1 Fachliche Klärung

Eine Untersuchungsaufgabe der Didaktischen Rekonstruktion ist die kritische Klärung der fachlichen Perspektiven zum Untersuchungsgegenstand. In der vorliegenden Studie werden dazu die wesentlichen Termini und Erkenntnisse in der botanischen Literatur, die von Fachwissenschaftlern zur Bestimmung von Laubgehölzen im Winter verwendet werden, analysiert. Die fachliche Klärung erfolgte mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach MAYRING (2010), die für fachdidaktische Zwecke modifiziert wurde (GROPENGIEßER, 2005).

4.2 Lernpotential-Diagnose

Die zweite Untersuchungsaufgabe ist die Lernpotential-Diagnose, um die Kenntnisse und Verständnisse der Lerner zu den Gehölzmerkmalen zu erheben. Dazu wurden Vermittlungsexperimente durchgeführt (STEFFE & D'AMBROSIO, 1996; RIEMEIER, 2005). Die Lernerperspektiven wurden in zwölf 60- bis 75-minütigen Vermittlungsexperimenten mit Schülerinnen und Schülern der 7. und 8. Klasse erhoben und mittels Videoaufzeichnungen dokumentiert. Die Auswahl von Schülerinnen und Schülern dieser Altersstufe erfolgte in Anlehnung an bestehende Lehrpläne, da das niedersächsische Kerncurriculum das Thema *Ordnen und Bestimmen* für die 7. und 8. Jahrgangsstufe nennt (NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM, 2007). Die Lerner meldeten sich freiwillig zu den Vermittlungsexperimenten, die in den Räumen der Leibniz Universität Hannover stattfanden. Zu den Vermittlungsexperimenten kamen die Schülerinnen und Schüler paarweise, damit sie sich in den Erarbeitungsphasen austauschen konnten. Auf diese Weise erhält man einen zusätzlichen Zugang zu den geäußerten Vorstellungen durch die Lernerdialoge.

Die Vermittlungsexperimente zu den Merkmalen der Gehölze im Winter gliederten sich sowohl in einen vermittelnden als auch in einen ermittelnden Teil. Im ersten Schritt erfolgte ein Interview, in dem die Schülerinnen und Schüler in einem offenen Einstieg aufgefordert wurden, einen mitgebrachten Zweig zu beschreiben. Hierdurch wurden erste Hinweise auf ihre Kenntnisse und Verständnisse mit den jeweiligen Merkmalen ersichtlich. Durch die Analyse der Daten konnten Rückschlüsse auf die Alltagsvorstellungen und Erfahrungen der Lerner abgeleitet werden.

Im zweiten Schritt wurden unterschiedliche Frage-Antwort-Komplexe verwendet. Sie sind auf Grundlage der Ergebnisse der Merkmalsbeschreibungen entstanden und ihre Wirkung auf die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler wurde ermittelt. Sie beinhalten Fragen wie beispielsweise: *Wie viele Knospenschuppen sind vorhanden?* mit den dazugehörigen schematisch dargestellten Zeichnungen möglicher Merkmalsausprägungen. Die dargereichten Fragen und Antworten wurden zunächst von den Schülerinnen und Schülern bearbeitet und mit dem Referenten verglichen. Anschließend wurden die Lerner wieder zu ihren Vorstellungen befragt und gebeten, ihre Auswahl einer Merkmalsausprägung zu begründen. Neben den Fragen und Antworten wurden auf Grundlage der Ergebnisse der Merkmalsbeschreibungen prozessbegleitend Hilfestellungen in Form von kurzen Videos entwickelt, die den Lernern an potentiellen Lernhürden bei der Zuordnung zwischen Zeichen und Referenten unterstützen sollen. Auch dazu wurden die Schülerinnen und Schüler zu ihren Vorstellungen befragt. Die weitere Auswertung der Lernerperspektiven erfolgt auch hier nach MAYRING (2010) und GROPENGIEßER (2005) durch qualitative Inhaltsanalyse. In der hier vorgestellten Studie werden die Lernervorstellungen in Form von Konzepten zu den Merkmalen der Knospen exemplarisch vorgestellt.

4.3 Didaktische Strukturierung

In der didaktischen Strukturierung wurden die Vorstellungen der Lerner und der Fachwissenschaftler wechselzeitig miteinander in Beziehung gesetzt und verglichen. Dieses Vorgehen erweist sich als sinnvoll, um Aussagen über Verstehens- und Lernprozesse zu erhalten und die individuell konstruierten Vorstellungen der Lerner nachzuvollziehen.

5 Ergebnisse

Der Fragestellung folgend wurden ausgewählte bestimmungsrelevante Merkmale und Merkmalsausprägungen der Bäume fachlich geklärt. Um eine möglichst heterogene Merkmalsauswahl zu erreichen, wurden sowohl die Merkmale von Laubbäumen im Sommer als auch im Winter untersucht. Fokussiert wurde dabei auf morphologische Merkmale, die im Freiland und im Schulunterricht ohne Hilfsmittel zugänglich sind wie Blätter und Knospen. Aufgrund der zu erwartenden Komplexität wurden diejenigen Merkmale, die nur mit Hilfsmitteln wie einer Lupe erkennbar sind (wie z. B. Blütenmerkmale), weggelassen.

Da Lebewesen durch ihre Merkmale und deren spezifische Ausprägungen definiert werden, wurden zunächst Vorstellungen der Lerner erhoben, die sie bei der freien Beschreibung der betreffenden Merkmale äußerten. Die Auswertung ergab, dass Lerner viele bestimmungsrelevante Merkmale beschrieben. Genannt wurden beispielsweise Merkmale der Blätter, Äste, Früchte, Borke, Knospen und des Habitus. Dabei standen für alle Lerner Formen, Farben und Strukturen im Vordergrund. Im Sommer werden von den Schülerinnen und Schülern mehrheitlich Blattmerkmale genutzt, um Arten anzusprechen.

Ein bisher nicht untersuchter Aspekt ist die Gehölzansprache im Winter, wenn keine Blätter vorhanden sind. Die Untersuchung der Lernerperspektiven zeigt, dass Schülerinnen und Schüler lediglich über basale Vorstellungen der Zweig- und Knospenmerkmale und deren Ausprägungen verfügen. Daher bedarf es bei der Entwicklung von Winter-Bestimmungsschlüsseln der Untersuchung der jahreszeitlich relevanten Merkmale sowohl aus Lerner- als auch aus fachwissenschaftlicher Perspektive. So kann während der Artbestimmung mithilfe der Merkmale gezielt auf mögliche Lernhürden eingegangen werden.

Im Winter verwenden Fachwissenschaftler insbesondere die Kronenform, Rindenstrukturen, Zweige, Blattnarben und Knospen. Die Form der Krone stellt jedoch ein Merkmal dar, welches weitreichende Kenntnisse über standortbedingte Variation im Habitus der Bäume erfordert. Somit erweist es sich für Schülerinnen und Schüler als nicht geeignet (GODET, 1999). Weil sich Rindenstrukturen im Labor nicht am Original untersuchen lassen, wurde in der Untersuchung auf Merkmale der Zweige mit Blattnarben und Knospen fokussiert. Exemplarisch wird im Folgenden das Beispiel der Knospen genutzt, um die wesentlichen Erkenntnisse zu verdeutlichen.

5.1 Fachwissenschaftliche Vorstellungen

Knospen sind die Ruhe- und Überwinterungsorgane der Triebe, aus denen im nächsten Jahr die neuen Jahrestriebe wachsen. Sie werden im Frühjahr oder Sommer des Vorjahres angelegt und bei vielen einheimischen Arten durch Knospenschuppen bedeckt. Knospenschuppen schützen vor Wasserverlust durch Transpiration und vor Licht- und Wärmestrahlen, die ein frühzeitiges Austreiben zur Folge hätten. Daher sind die Knospenschuppen meist recht derb, verkorkt und häufig behaart oder von einer harzähnlichen Balsamschicht überzogen (HALLER & PROBST, 1983; GODET, 1999). Folgende fachwissenschaftlichen Konzepte sind leitend:

- **Knospen sind junge Triebe.** Die Knospen sind neu angelegte Triebe, die im nächsten Jahr austreiben.

- **Knospenschuppen schützen den Spross.** Knospenschuppen schützen vor Wasserverlust durch Transpiration und vor Licht- und Wärmestrahlen, die ein frühzeitiges Austreiben zur Folge hätten.

5.2 Lernpotential-Diagnose

In der zweiten Untersuchungsaufgabe stehen die Ergebnisse der Vermittlungsexperimente im Vordergrund. Dabei wird zunächst auf die freie Beschreibung der Knospen durch die Schülerinnen und Schüler eingegangen und anschließend auf die Vorstellungen, die sie nach der Arbeit mit den Materialien äußerten.

Fordert man Lerner auf, die Merkmale eines Zweiges zu beschreiben, so äußerten sich Ilka und Paula wie folgt über Knospen: *„An dem Zweig gibt es schwarze Knospen, sie sind kerzenförmig, da sie spitz oben zusammenlaufen.“* (Ilka, 13 Jahre). Oder: *„An den Enden der Zweige befinden sich die Knospen und da sind so verschiedene Schichten, die sind so versetzt übereinander geschichtet.“* (Paula, 14 Jahre).

Anhand dieser Schüleraussagen wird deutlich, dass Lerner Knospenmerkmale wie Farbe, Form, Position und sogar die Knospenschuppen prinzipiell erkennen und auch ansprechen können. Diese von den Schülerinnen und Schülern genannten Merkmale werden auch von Fachwissenschaftlern verwendet.

Nach der Beschreibung der Merkmale beantworten die Schülerinnen und Schüler Fragen zu ausgewählten Merkmalen. Es werden ihnen verschiedene Ausprägungen dieses Merkmals als Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Diese stehen in Form von Schemazeichnungen oder Wertebereichen zur Verfügung. Die Aufgabe besteht also für die Schülerinnen und Schüler darin, Zeichen und Referenten richtig einander zuzuordnen. Auf die Frage nach der Größe der Endknospe antwortet eine Schülerin beispielsweise: *„So wie wir gemessen haben, sind die Endknospen 0,5 cm lang.“* (Marlene, 13 Jahre)

Diese Schüleraussage kann auch stellvertretend für die Aussagen aus den anderen Vermittlungsexperimenten stehen. Der Terminus »Endknospe« wird in Kombination mit einer Schemazeichnung direkt verstanden, so dass die Lerner die Frage fachlich zutreffend beantworten können. Bei der Frage nach der Anzahl anderer Merkmale oder deren Ausprägungen, wie der Anzahl der Knospenschuppen, ergeben sich keine Schwierigkeiten für die Lerner. Sie können diese direkt zählen und sich für eine Anzahl als Antwort zu entscheiden. Voraussetzung dafür ist, dass das betreffende Merkmal korrekt identifiziert wird.

Da jedoch außer einer rein phänomenologischen Beschreibung der Merkmale keine weiteren Eigenschaften genannt werden, wird den Lernern nach der Beantwortung von Fragen jeweils ein Video mit weiteren Informationen über das Merkmal gezeigt (Screenshot: siehe Abb. 2). Im Fall der Endknospe wird zusätzlich zu einer beschrifteten Schemazeichnung eines Zweiges mit den Termini »Endknospe« und »Seitenknospe« der folgende Text gesprochen:

Am Ende des Zweiges befindet sich meist die Endknospe. Die anderen Knospen am Zweig nennt man Seitenknospen. Aus den im Vorjahr angelegten Knospen sprießen im Folgejahr die neuen Zweige, Blätter und Blüten.

Text Video 1: Informationen zum Merkmal Knospen in Textform.

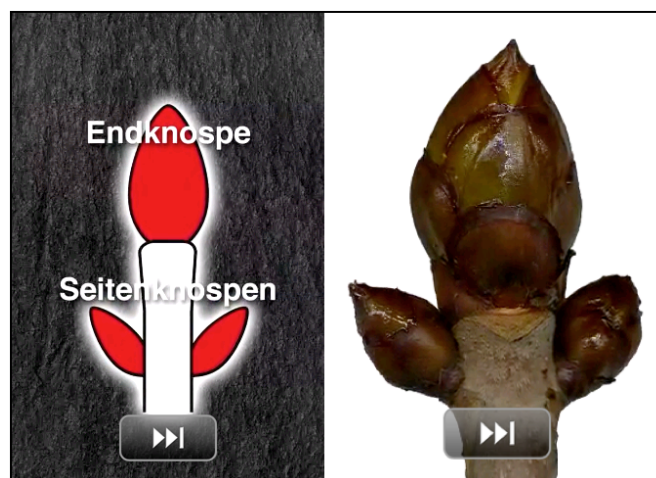


Abb. 2: Abbildung der End- und Seitenknospen (li.) und einer Knospe mit Knospenschuppen (re.) im Lernangebot.

Im Fall der Knospenschuppen wird eine Knospe mit Knospenschuppen gezeigt (Screenshot: siehe Abb. 2) und der folgende Text gesprochen:

Viele Knospen sind von Schuppen umhüllt. Diese Knospenschuppen schützen die darunter verborgenen neu angelegten Blüten und Blätter vor Frost und Fressfeinden. Erst im Frühjahr öffnen sich die Knospen und beginnen zu wachsen.

Text Video 2: Informationen zu den Knospenschuppen in Textform.

Im Anschluss an die Präsentation der Videos ließen sich anhand der Schüleraussagen verschiedene Konzepte ableiten. Diese werden im Folgenden dargestellt.

Konzept zum Wachstum

Es zeigt sich, dass die Lerner die Information zur Anordnung der Knospen aus dem Video 1 nutzen. Sie beschreiben, dass sich aus End- und Seitenknospen

Blüten, Blätter und Zweige bilden und die Pflanze wächst. Interessant ist, dass sie auch den Umkehrschluss äußern: *„Wenn es {Knospen} nicht geben würde und da jetzt nur ein Mal etwas passieren würde, dann würden die Äste einfach abfallen und nichts Neues wachsen, dann würde der Baum vielleicht auch absterben.“* (Ilka, 13 Jahre). Zusammenfassend lässt sich aus den Lernaussagen folgendes Konzept ableiten:

- **Knospen bedeuten Wachstum.** Aus Knospen bildet sich etwas Neues wie Blüten, Blätter und Zweige und der Baum wächst.

Konzept zum Kreislauf

Die Lerner beschreiben die Knospen als Bestandteil eines Kreislaufes, dabei beziehen sich jedoch nicht nur auf die Organe von Pflanzen. Eine Schülerin überträgt den Gedanken des Kreislaufs auch auf den Menschen: *„Also der Urururgroßvater hat auch mal gelebt und der hatte wahrscheinlich Kinder und irgendwann ist er gestorben. Seine Kinder kriegen dann auch wieder Kinder und die sterben dann auch. Also es geht ja eigentlich nicht vorbei, das Leben.“* (Ilka, 13 Jahre). Fasst man die Aussagen der Schülerinnen und Schüler zusammen, ergibt sich das folgende Konzept:

- **Knospen sind ein Teil eines Kreislaufes.** Knospen gehören zum Lebenslauf der Pflanzen, ohne Knospen könnte der Baum absterben. Es bleibt immer etwas (z. B. Samen) übrig, aus dem sich etwas Neues entwickelt.

Konzept zum Schutz

In dem Informationstext aus Video 2 wird explizit auf die Schutzfunktion der Knospenschuppen für die Knospe hingewiesen. Diese bezeichnete Vorstellung greifen die Lerner in allen Interviews wieder auf, allerdings deuten einige diese Schutzfunktion als notwendige Anpassung gegen anthropogen verursachte Veränderungen der Umwelt. Diese Lernerperspektive weicht von der fachwissenschaftlichen Perspektive eines Schutzes vor Witterung und Transpiration ab. Eine Schülerin äußerte beispielsweise folgendes: *„Also, dass sieht man in dem Video, dass die schützen und das ist eine Hilfe für die Knospen. Also wenn die jetzt nicht schützen würden, dann könnten ja die Abgase vom Auto die Entwicklung stören. [...] Dann wäre man halt dabei, dass es keine Knospen mehr geben würde.“* (Marlene, 13 Jahre). Aus den Lernaussagen lässt sich das folgende Konzept ableiten:

- **Knospenschuppen bieten Schutz.** Knospenschuppen haben sich als Schutz vor Fressfeinden und vor schädlichen, anthropogenen Umwelteinflüssen

entwickelt. Ohne den Schutz der Knospenschuppen gäbe es keine Knospen mehr.

Konzept zur Bildung

Alle Lerner äußerten die Vorstellung, dass die Knospen sich frühestens ab Herbst bilden, erst wenn die sommergrünen Bäume ihre Blätter verloren haben. Im Sommer stehen hauptsächlich die Blätter der Bäume im Fokus der Lernerperspektive. Sie können sich nicht vorstellen, dass in den Blattachsen schon die neuen Knospen gebildet werden, wie es aus fachwissenschaftlicher Perspektive zutreffend ist. Erst im Winter, wenn keine Blätter mehr am Baum vorhanden sind, werden die Knospen von den Lernern wahrgenommen. Eine Schülerin beschreibt folgendes: „*Die Knospen bilden sich schon im Frühling, die bilden sich also erst später, also erst so gegen Frühling.*“ (Paula, 14 Jahre). An diesem Ankerbeispiel zeigt sich, dass die Lerner bisher wenige Erfahrungen mit dem untersuchten Merkmal gesammelt haben. Im Frühling beginnen die Blätter und Blüten der Bäume zu wachsen. Die Lerner gliedern das Knospenwachstum in diese Abfolge ein und beschreiben das Wachstum der Knospen als zeitlich davor liegend. Die Lernervorstellungen lassen sich in dem folgenden Konzept zusammenfassen:

- **Knospen bilden sich im Winter oder Frühling.** Knospen bilden sich erst, wenn die Blätter abfallen. Sie sind nur im Winter oder im Frühling am Baum.

6 Diskussion

Auf Grundlage der Analyse der Merkmalsbeschreibungen durch die Lerner und den dabei geäußerten Vorstellungen, lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- *Merkmale werden erkannt:* Es stellte sich heraus, dass Lerner grundsätzlich viele unterschiedliche Merkmale an Bäumen erkennen und beschreiben können. Dies wurde am Beispiel der Knospen verdeutlicht, gilt aber auch für weitere Merkmale wie z. B. Blätter, Blüten und Früchte.
- *Fachtermini werden verstanden, jedoch nicht verwendet:* Es zeigt sich, dass Lerner nicht immer die in der Fachwissenschaft gebräuchlichen Fachtermini verwenden. Ein Ankerbeispiel dazu ist die Aussage von Paula (14 Jahre), die Knospenschuppen als Schichten beschreibt. Doch obwohl die Lerner auch bei anderen Merkmalen und deren Ausprägungen nicht die entsprechenden Fachtermini verwenden, können sie diese prinzipiell selbstständig anhand des Materials erkennen und beschreiben.

- *Zeichen unterstützen beim Identifizieren von Merkmalen:* Es zeigte sich außerdem, dass die Schülerinnen und Schüler unter Zuhilfenahme entsprechender Zeichen wie beispielsweise Schemazeichnungen in der Lage sind, Merkmale am Referenten zu entdecken und mit ihnen zu arbeiten. Am hier vorgestellten Beispiel der Anzahl der Knospenschuppen wird deutlich, dass, sobald ein Merkmal mithilfe einer schematisierten Zeichnung erkannt wurde, die Lerner damit auch bestimmen konnten. Sie waren beispielsweise in der Lage, Zählaufgaben fachlich zutreffend zu beantworten. Zeichnungen der Merkmale stellen somit eine Möglichkeit dar, die Lerner bei der Merkmalsansprache zu unterstützen.
- *Animationen dienen als Lernangebote bei Struktur- und Funktionszusammenhängen:* Die Analyse der Interviews verdeutlicht, dass außer der Beschreibungen der Morphologie nur wenige Vorstellungen beispielsweise zu Struktur- und Funktionszusammenhängen vorhanden sind. Daher ist es notwendig, den Schülerinnen und Schülern weitere Informationen über die Merkmale zur Verfügung zu stellen, die sie sich selber nicht herleiten können. Es wurden daher Animationen in das Lernangebot integriert, die Vorstellungen über das betreffende Merkmal bezeichnen. Die im Anschluss an die Videos geäußerten Aussagen der Lerner verdeutlichen, dass sie im Wesentlichen im Sinne der Vermittlung verstanden wurden und somit ein geeignetes Lernangebot darstellen. Eine Lernhürde ergibt sich aus den Lernervorstellungen bezüglich des Zeitpunktes der Knospenbildung. Diese stimmen nicht mit den fachwissenschaftlichen Vorstellungen überein. Auch dass die Bildung der Knospenschuppen ein Resultat einer anthropogen verursachten Verschlechterung der Umweltbedingungen ist, widerspricht der fachwissenschaftlichen Perspektive des Schutzes vor Transpiration, Wärme und Licht.

7 Fazit

Anhand der diskutierten Ergebnisse wird deutlich, dass es den Lernern an den untersuchten Stellen des Bestimmungsprozesses gelingt, eine Zuordnung zwischen den Referenten und Zeichen im Prozess der Artansprache herzustellen. Sie erkennen auch ohne Kenntnisse der Fachtermini die betreffenden Merkmale und deren Ausprägungen. Dieses Ergebnis ist insofern erstaunlich, als dass die befragten Lerner bislang über keinerlei Erfahrungen mit der Winterbestimmung verfügten. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die didaktisch strukturierten Fragen, Abbildung und Animationen meist wie intendiert verstanden und von

den Lernern genutzt werden. Einige Lernhürden haben sich jedoch erst im Verlauf der Analyse der Lernervorstellungen ergeben und wurden bisher noch nicht im Lernangebot berücksichtigt. An diesen Stellen besteht Handlungsbedarf, um die Schülerinnen und Schüler mit spezifischen Lernangeboten zu unterstützen.

Zusammenfassend wird deutlich, dass die Möglichkeiten eines multimediale Bestimmungsinstrumentes geeignet sind, Hilfestellungen an den betreffenden Stellen zur Verfügung zu stellen und gezielt einzusetzen. Auf diese Weise können Baumarten gegebenenfalls besser entdeckt und kennengelernt werden. Auf der anderen Seite wird aber auch ersichtlich, welcher Aufwand bei einer prozessbegleitenden Entwicklung und Evaluation notwendig wird, um Lerner erfolgreich zur Artansprache zu führen.

Zitierte Literatur

- BEBBINGTON, A. (2005): The Ability of A-level Students to Name Plants. *Journal of Biological Education*, 39(2), 62-67.
- BROMME, R., STAHL, E., BARTHOLOMÉ, T. & PIESCHL, S. (2004): The case of plant identification in biology: When is a rose a rose. In BOSHUIZEN, P. P. A., BROMME, R. & GRUBER, H. [Hrsg.], *Professional learning: Gaps and transitions on the way from novice to expert*. Kluwer Academic Press, Dodrecht, 53-71.
- GERSTENMAIER, J. & H. MANDL (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: *Zeitschrift für Pädagogik*. 41, 867-888.
- GODET, J.-D. (1999): Knospen und Zweige im Winter – Einheimische Baum und Straucharten. *Thalacker Medien*, Braunschweig 7-15.
- GROPENGIEßER (2001): Didaktische Rekonstruktion des »Sehens«. *Wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung*. DIZ, Oldenburg.
- GROPENGIEßER, H. (2005): Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr- und Lernforschung. In: MAYRING, P. & GLÄSER-ZIKUDA, M. [Hrsg.], *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Beltz UTB, Weinheim, 172-189.
- GROPENGIEßER, H. (2007): Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In: KRÜGER, D. & VOGT, H. [Hrsg.]: *Handbuch der Theorien biologiedidaktischer Forschung*. Springer, Berlin, 105-116.
- GROPENGIEßER, H. & KATTMANN, U. (2009): Didaktische Rekonstruktion – Schritte auf dem Weg zu gutem Unterricht. In: MOSCHNER, B., HINZ, R. & WENDT, V. [Hrsg.], *Unterrichten professionalisieren. Schulentwicklung in der Praxis*. Berlin, Cornelsen, 159-164.
- GROß, J. (2007): Biologie verstehen: Wirkungen außerschulischer Lernangebote. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, Bd. 16. Didaktisches Zentrum, Oldenburg.
- HALLER, B. & PROBST, W. (1983): *Botanische Exkursionen - Exkursionen im Winterhalbjahr*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- JÄKEL, L. & SCHÄER, A. (2004): Sind Namen nur Schall und Rauch? Wie sicher sind Pflanzenkenntnisse von Schülerinnen und Schülern? *Berichte des Instituts für Didaktik der Biologie, IDB, Münster*. 13, 1-24.
- KATTMANN, U., DUIT, R., GROPENGIEßER, H. & KOMOREK, M. (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *ZfDN* 3 (3), 3-18.
- LAKOFF, G. & JOHNSON, M. (2007): *Leben in Metaphern. Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern*. 5. Aufl. Carl-Auer, Heidelberg.
- LINDEMANN-MATTHIES, P. (2002): The influence of an educational program on childrens perception of biodiversity. *Journal of Environmental Education*. 33, 22-31.

MAYRING (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Beltz Verlag, Weinheim.

NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM [Hrsg.] (2007): Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5-10 – Naturwissenschaften. Hannover, 74.

RANDLER, C. & BOGNER, F. X. (2006): Cognitive achievements in identification skills. *Journal of Biological Education*, 40 (4), 161-165.

RIEMEIER, T. (2005): Biologie verstehen: Die Zelltheorie. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 7. Didaktisches Zentrum, Oldenburg.

ROTH, G. (1997): Das Gehirn und Seine Wirklichkeit. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main.

SAUERMOST, R. & FREUDIG, D. (2002): Lexikon der Biologie. Band 9. Lyolyse bis Nautococcus, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 183;350.

SCHAAL, S. & RANDLER, C. (2004): Konzeption und Evaluation eines computergestützten kooperativen Kompaktseminars zur Systematik der Blütenpflanzen. *Zeitschrift für Hochschuldidaktik*, 4(1), 1-18.

SCHULZ, B. (1999): Gehölzbestimmung im Winter. Ulmer, Stuttgart.

SCHAAL, S. & RANDLER, C. (2004): Konzeption und Evaluation eines computergestützten kooperativen Kompaktseminars zur Systematik der Blütenpflanzen. *Zeitschrift für Hochschuldidaktik*, 4(1), 1-18.

STEFFE, L.P. & D'AMBROSIO, B.S. (1996): Using teaching experiments to understand students' mathematics. In: TREAGUST, D., DUIT, R. & FRASER, B. [Hrsg.], *Improving teaching and learning in science and mathematics*. Teacher College Press, New York, 65-76.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (2007): Resolution adopted by the General Assembly [on the report of the Second Committee (A/61/422/Add.1 and Corr.1)].

iKosmos wird im Rahmen des Projektes „Biodiversität interaktiv“ von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert. Wir bedanken uns bei allen Projektpartnern und den Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirats für ihre Unterstützung.