



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S4 „Unterrichtsanalyse und Interaktionen im Unterricht“

VOM ‚SAUERSTOFFAUSATMEN‘ DER PFLANZEN

EIN INTERVIEWPROJEKT ZUM PFLANZENSTOFFWECHSEL

Kurzfassung

ID 602

Elisabeth Nowak

BG/BRG Gmünd

Gmünd, September 2007

Lernen als Konzeptwechsel bildet den theoretischen Hintergrund der vorliegenden Arbeit. Die individuellen Vorstellungen, die den ganz persönlichen Erfahrungen der Lernenden mit ihrer Lebenswelt entstammen, sind, gemäßigt konstruktivistischen Lerntheorien folgend, die wichtigste Ressource für erfolgreiches Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Oft aber, und besonders im Bereich des Wissens um die Lebensweise der Pflanzen, überdauern vorunterrichtliche Konzepte den Biologieunterricht als unverändert konservierte Ersatz-Erklärungen. Einflussnahme darauf wird aber erst möglich, wenn Unterrichtende diese Vorstellungen kennen. Im Zentrum des Projekts standen Interviews, in denen mehr als 40 Schüler/innen der 5. Schulstufe noch vor dem Erstunterricht zur Fotosynthese Einblick in ihre Vorstellungen zur Ernährung der Pflanzen gaben.

In Verbindung mit dem Projektverlauf standen von den Ergebnissen unabhängige Erwartungen. Der respektvolle Umgang mit dem individuellen Denken der Schüler/innen sollte einen Beitrag zur Aufwertung der/des Einzelnen als Teil der Lerngemeinschaft mit sich bringen. Dies sowohl in der Gruppe der zu ihren Vorstellungen befragten Schüler/innen der ersten Klassen, wie auch in jener der Oberstufenschüler/innen, die als wissenschaftliche Mitarbeiter/innen im Rahmen des Wahlpflichtfachunterrichtes (Biologie sowie Psychologie) einen beträchtlichen Teil der Forschungsarbeit leisten würden. Auch sollte durch das unmittelbare Kennenlernen und Durchführen einer wissenschaftlichen Methode bei den Oberstufenschülern und -schülerinnen der Zugang zur wissenschaftlichen Tätigkeit verbessert werden. Nicht zuletzt war eine verstärkte Motivation der jungen Forscher/innen, ihre eigenen Konzepte zum Pflanzenstoffwechsel zu reflektieren und einer Bearbeitung zu unterziehen, Ziel des Vorhabens.

Zur Datensammlung wurde die Methode des offenen, lediglich an einem Leitfaden orientierten Interviews gewählt. Sämtliche Interviews wurden von Oberstufenschülern und -schülerinnen der Wahlpflichtfachgruppen durchgeführt. Die Gesprächssituation konnte so aus dem Beziehungsrahmen Lehrer/in Schüler/in und den dazu gehörenden Einstellungen genommen werden ohne das Projekt selbst aus dem Rahmen der Schule zu nehmen.

Transkription, Kategorienbildung (induktiv und deduktiv), die Codierung der Interviewtexte und die Erstellung personengebundener Analyseprotokolle erfolgten im Wahlpflichtfachunterricht. Die Forschungstätigkeit der Schüler/innen in Zusammenarbeit ihrer Lehrerin war ein zentrales Element des Projekts.

Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses standen die persönlichen Denkkonzepte der Schüler/innen der ersten Klassen zum Stoffwechsel der Pflanzen noch vor dem Erstunterricht zur Fotosynthese. Welche Konzepte haben die einzelnen Schüler/innen zu diesem Zeitpunkt? Lassen sich wiederkehrende Muster innerhalb der Konzepte erkennen? Gibt es Anknüpfungspunkte zu den Erklärungsmodellen der Naturwissenschaftler?

Zu den Kategorien Wasser, Sonne (Licht), Luft(bestandteile) und „Nährstoffe“ (Boden, Erde) wurden Teilkategorien (Aufnahme, Speicherung und Abgabe, Transportwege und Umwandlungsprozesse) gefunden, innerhalb derer unterschiedliche Denkkonzepte identifiziert werden konnten.

Wasser als Grundbedingung für das Pflanzenleben fehlt in keinem der Interviews mit den Schülern/Schülerinnen der ersten Klassen. Von den Interviewten selbst hergestellte Assoziationen mit dem Regen, dem Gießen aber auch Verbindungen mit weiter gehenden gärtnerischen Tätigkeiten „*Da setzt man eine Blume ein...*“ zeigen,

dass es sich um im Zusammenhang mit alltäglichem Erleben erworbenes Wissen handelt. Die Vorstellungen zur Wasseraufnahme bringen interessante Anthropomorphismen, wie etwa die Assoziation Stängel-Hals. Bemerkenswert ist auch die Verwendung des Begriffes „Saugen“ für die Funktion der Wurzeln - ein brauchbarer Ansatz für die Vermittlung des physikalischen Begriffs „Sog“ im Zusammenhang mit der Wasseraufnahme der Pflanzen.

Mit dem Zurückgeben des Wassers an die Erde durch die Wurzeln wird von einer Schülerin ein schlüssiges Wasserrecycling angedacht. Die Gleichsetzung von Wasser mit einem „Nährstoff“ schlägt vielleicht eine Brücke zu jenem Fotosynthesekonzept, das die Wasserspaltung und die damit verbundene Verfügbarmachung des Nährstoffbausteins Wasserstoff in den Mittelpunkt rückt.

Von einem Großteil der befragten Schüler/innen wird eine Bedeutung des Lichts für das Pflanzenwachstum angenommen. Wurde beim Wasser so gut wie durchgängig ein Aufnahmeort genannt, sind dahingehende Aussagen für das Licht sehr selten. In einem Interview werden Alltagserfahrungen, die Lichtabhängigkeit der Blütenöffnung betreffend, mit der Annahme verknüpft, die Pflanze würde Licht durch die Blüte aufnehmen. In einem anderen Fall werden die Blätter selbst als Orte der Lichtaufnahme genannt. Bemerkenswert erscheinen die Wege des Lichts durch die Pflanze. „[Sie] gibt Licht zu den Ästen und zu den Blättern.“ „[Die Pflanze gibt Sonnenstrahlen] zu den Wurzeln.“ Von einer Schülerin wird die Vorstellung geäußert, das „Zuviel“ an Sonne würde an den Boden zurückgegeben. Hier scheint der Grundgedanke der Kontinuität (Kattmann, 2005) eine Rolle zu spielen. Einige Schülerinnen geben Licht als Nahrung für die Pflanze an. In diesem Zusammenhang empfiehlt Kattmann, auch im Unterricht gezielt anthropomorphe Ausdrucksweisen zu verwenden, um die Besonderheit der Pflanzenernährung analog zum Menschlichen verstehbar zu machen: „Pflanzen essen Licht.“

Luft bzw. Luftbestandteile werden nur mehr in weniger als der Hälfte der Gespräche als Bestandteil der pflanzlichen Ernährung bzw. als etwas, das die Pflanze braucht, genannt. Noch seltener als bei jenen zur Sonne beinhalten die Vorstellungen zur Luft Konkretes zu Aufnahme und eigentlicher Verwendung. „Zum Wachsen“ zählt zu den wenigen erhaltenen Aussagen und kommt, setzt man für Luft den Luftbestandteil Kohlenstoffdioxid, der Produktion organischer Substanz in der Dunkelreaktion der Fotosynthese schon recht nahe. Die Luftbestandteile Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid werden wenig voneinander abgegrenzt verwendet. Was nicht wundert, sind doch Alltagserfahrungen mit isolierten Luftbestandteilen kaum möglich. Eine Möglichkeit der Konkretisierung könnte in einer deutlicheren Verbindung des Begriffs Kohlenstoffdioxid mit der Kohle als vielen Kindern bekanntem Brennmateriale sein, dessen Ursprung, durchaus im allgemeinen Wissen verankert, pflanzlich ist. Kohle gibt zudem die Möglichkeit, den anthropogenen Einfluss auf den Kohlenstoffkreislauf auf der Basis der C-Assimilation durch die Pflanzen zu thematisieren. Einige Schüler bringen Kohlenstoffdioxid als jenen Luftbestandteil, der von den Pflanzen aufgenommen, Sauerstoff als jenen, der abgegeben wird, zur Sprache. Dabei kommt es zu einer Umwandlung des Kohlenstoffdioxids in Sauerstoff. Die Wandlung „schlechter zu guter Luft“ (in Umkehrung zu den Wandlungsvorgängen bei der – oft nur tierischen Organismen zugeschriebenen - Atmung) bleibt nicht selten wichtiger Grundbestandteil des über den Unterricht hinaus beibehaltenen Konzepts zum pflanzlichen Stoffwechsel. Eine sorgfältige unterrichtliche Auseinandersetzung mit dem Fotosynthese- und Atmungskonzept der Naturwissenschaften könnte einen Schwerpunkt auf

die Wasserspaltung und den daraus hervorgehenden Luftsauerstoff sowie auf die Wassersynthese in der Endatmung legen.

Der Begriff Nährstoffe wird von den Schülerinnen und Schülern in unterschiedlicher Bedeutung verwendet. „Nährstoffe sind die Nahrung der Pflanze. Sie kommen aus der Erde“. Allein schon die (für eine Konzepterweiterung im Unterricht sehr problematische) Bezeichnung Nährstoffe für jene Bodenbestandteile, die für die pflanzliche Existenz gebraucht werden, legt Vorstellungen von der Aufnahme organischer Substanzen durch die Pflanzen nahe. Zudem wird die heterotrophe Lebensweise des Menschen in Analogie zum Menschen auf andere Organismen übertragen, gehört doch das Aufnehmen organischer Substanzen als Nahrung zu den frühesten Erfahrungen jedes Individuums.

Eine Schülerin erstellte ein sehr detailreiches Bild von der Zerlegung der Nährstoffe durch die Pflanze vor ihrer Aufnahme, das an Verdauungsvorgänge bei Pilzen erinnert. Das Bild der Pflanze als heterotrophem Organismus wird zwar auch hier beibehalten, doch lässt sich über eine Wurzel, die die „großen“ Nährstoffe nicht aufnehmen kann, vielleicht ein Konzept aufbauen, in welchem nur mehr die (besonders kleinen) Mineralsalze durchgelassen werden.

Verlauf und Ergebnisse des Projekts verstärken für mich die Bedeutsamkeit des individuellen Denkens der Lernenden für das Unterrichtsgeschehen.

Bei einem bedeutenden Teil der jungen Forscher/innen aus den Oberstufenklassen war die Motivation zur Klarstellung und Überarbeitung der eigenen Konzepten so evident, dass eine genauere Beschäftigung mit in vergleichbaren Lernsituationen wirksamen psychologischen Faktoren sinnvoll erscheint. Die Stimulanzien der Bereitschaft zur Konzepterweiterung und -veränderung herauszufinden, rückt zunehmend ins Interesse meiner Tätigkeit als Lehrerin.

Eine durchaus positive Wirkung auf jene psychischen Anteile der Schüler/innen, die Lernbereitschaft zur Verfügung stellen können, orte ich auch im respektvollen Umgang mit individuellen Vorstellungen, wie sie im Zentrum dieses Projekts standen. Schüler und Schülerinnen, deren Konzepte zur Sprache kommen, werden ihrem eigenen Denken im Zusammenhang mit Unterrichtsinhalten vielleicht mehr Bedeutung zumessen als jene, deren Vorstellungen nicht wahrgenommen werden. Im besten Falle resultiert eine Höherbewertung des Denkens an sich, was einer Hinwendung zu wissenschaftlicher Bildung nicht abträglich sein wird.

Nicht zuletzt bleiben die Inhalte der Interviews Hintergrund für meinen zukünftigen Unterricht. Die Konzepte der Schüler/innen in geeigneter Form aufzugreifen, Unterricht zum Pflanzenstoffwechsel mit dem Wissen um und rund um die Erkenntnisse aus den Interviews zu modellieren, wird bestimmender Teil meiner Tätigkeit als Lehrerin in den nächsten Jahren sein.

Ein weiteres Vorhaben bleibt die Weiterführung eines mit dieser Arbeit initiierten Langzeitprojekts zur Untersuchung der Konzeptmodifikationen bei den Schülern und Schülerinnen im Laufe ihrer Gymnasialzeit. Der Großteil der im Interviewprojekt erfassten Schüler/innen bleibt vier, viele davon verbringen acht Jahre an jener Schule, an der das Projekt durchgeführt wurde. Dieser Umstand ermöglicht eine Fortführung und Erweiterung der Forschungsarbeit über einen längeren Zeitraum. Hier ergibt sich die Gelegenheit, Veränderungen der persönlichen Konzepte (oder auch deren Ausbleiben) unter dem Einfluss der Unterrichtsarbeit im Verlauf der nächsten Schuljahre zu untersuchen.

LITERATUR für die Kurzfassung

KATTMANN, Ulrich (2005): Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? - Ergebnisse von Untersuchungen zur Didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg.11., S 165-174