

Die Zusammenarbeit von Pflanzen und Bakterien bei der Stickstoff-Fixierung



JUTTA LUMER

Leguminosen wie Klee oder Erbse können bekanntlich in Symbiose mit Knöllchenbakterien Stickstoff aus der Luft fixieren. Wie Bakterien und Pflanzen über die Wurzelhaare zusammenfinden, sich an den Wurzeln Knöllchen entwickeln und welche Stoffwechselreaktionen in ihnen ablaufen, kann mit dem vorliegenden Material in der Sekundarstufe II im Inhaltsfeld Ökologie von den Schüler/innen selbstständig erarbeitet werden. Mit Aufgaben, die eine Wissensanwendung (Stoffwechsel, Wurzelbau) ermöglichen, eignet es sich besonders zur Abiturvorbereitung, da zudem zentrale Kompetenzen bei der Bearbeitung materialbasierter Aufgaben mit unterschiedlichen Repräsentationen geschult werden.

1 Fachliche Einbettung

Die „Fixierung von elementarem Stickstoff, die in erheblichem Ausmaß nur von bestimmten Bakterien durchgeführt werden kann, ist ein Vorgang, von dem alle Lebewesen abhängig sind – genauso, wie alle Lebewesen letztlich auf die Photosynthese als Energiequelle angewiesen sind“ (RAVEN, EVERT & EICHHORN, 2000, 783). Die große Bedeutung der dabei zentralen, sogenannten Knöllchenbakterien (Rhizobien) liegt in der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Verbesserung stickstoffarmer Böden durch die Gründüngung. Darüber hinaus tragen sie, da meist vergesellschaftet mit Leguminosen, zur Synthese von den für Mensch und Tier so wichtigen Proteinen bei, ohne dass deren Synthese durch zusätzliche kostenintensive Düngung unterstützt werden muss (vgl. SCHÖN, o. J.).

2 Informationen aus unterschiedlichen Repräsentationen entnehmen

Insgesamt ist die Stickstoff-Fixierung eine Folge komplexer Vorgänge, über die mittlerweile viele Details bekannt sind. Diese werden daher in den Lehrbüchern, die zur Konzeption des Materials herangezogen wurden, durchgängig in einer Kombination aus Informationstext und ergänzendem Bildmaterial dargeboten (SADAVA, HILLIS, HELLER & BERENBAUM, 2011; URRY, CAIN, WASSERMAN, MINORSKY, & REECE, 2019; MADIGAN, BENDER, BUCKLEY, SATTLEY & STAHL, 2020), sicher mit dem Ziel, die Vorgänge für die Lernenden im Detail besser nachvollziehbar zu machen. Denn viele Studien haben gezeigt, „dass die Präsentation von Lerninhalten durch Texte und ergänzende Abbildungen meist zu besseren Lernleistungen führt“ (BAADTE & SCHNOTZ, 2012, 35). Dennoch lässt sich in der Unterrichtspraxis häufig beobachten, dass Schülerinnen und Schüler den Abbildungen in diesen sogenannten Text-Bild-Kombinationen nur wenig Aufmerksamkeit schenken, sodass angenommen werden kann, dass deren lernförderliches Potenzial häufig nur unzureichend genutzt wird (weitere Informationen dazu finden Sie in LUMER, im Druck). So ist das Material zu Aufgabe 1 (Online-Ergänzung) so aufbereitet und der Arbeitsauftrag entsprechend formuliert, dass die Schüler/innen gezielt angeleitet werden, Text- und Bildinfor-

mationen mehrfach intensiv zu lesen und konsequent aufeinander zu beziehen. Bewirkt werden soll dies unter a) dadurch, dass unbeschriftete Abbildungen eingesetzt werden, die selbstständig mit Hilfe der Textinformationen zu beschriften sind. So wird die Aufmerksamkeit der Schüler/innen auf die Bilder weder durch Text in und an den Abbildungen abgelenkt noch durch vorhandene Beschriftungen von vorneherein auf bestimmte Stellen fokussiert. Dadurch werden einerseits der Informationsinput (und damit der Cognitive Load) für die Schüler/innen reduziert, andererseits wird aber jedem/jeder die Möglichkeit gegeben, selbstständig gezielt „seine/ihre“ relevanten Informationen aus dem Text auszuwählen und die Abbildungen damit so ausführlich zu beschriften, dass sein/ihr individueller Wissensaufbau optimal unterstützt wird.

Unter b) sollen Strukturierungsmerkmale der Abbildungen (Nummerierungen) zum Abgleich und zur Integration der Informationen aus Text und Bildern genutzt werden, um auch den Text entsprechend in Abschnitte zu gliedern (reduktiv-organisierende Lese-strategie). Diese Nummerierungen wurden im Material angebracht, weil Schüler/innen darin geschult werden sollen, solche Strukturierungshilfen, die sich häufig in Abbildungen zu biologischen Prozessen finden, für ihren eigenen Lese- und Verstehensprozess zu nutzen.

Aufgabe 2 stellt eine schematische Darstellung der wichtigsten Stoffwechselreaktionen und des Stoffaustausches mit der Pflanze in einem Wurzelknöllchen in den Mittelpunkt, die zu lesen und in geschriebene (!) Sprache zu überführen ist. Dies stellt erfahrungsgemäß für einige Schüler/innen eine besondere Herausforderung dar. Ein erfolgreiches Gelingen ist in diesem Fall sicher in erster Linie vom Vorwissen über die Stoffwechselwege Glycolyse, Citratzyklus und Atmungskette abhängig, sowie vom Wissen über Darstellungskonventionen, so z. B. warum die beiden Pfeile vom NH_4^+ zur Pflanze bzw. zu den Aminosäuren dicker dargestellt sind. Hinzu kommt, dass zusätzlich gezielt auf einige Informationen des Textes (Material 2) zurückgegriffen werden muss, wie häufig auch in Abituraufgaben verlangt. Je nach gewünschter Unterstützung der Lerngruppe sind hier folgende Ergänzungen des Materials zur Differenzierung denkbar:

- a. Signaling
 - durch gleichfarbiges Hervorheben der e- und des ATP in der Reaktionsgleichung des Textes und in der Abbildung
 - durch ein an die Abbildung angepasstes, farbiges Markieren der Textstellen zur Funktion des Leghämoglobins in rot und blau.
- b. Eine dem Vorwissen angepasste Schreibunterstützung z.B.
 - durch Wortspeicher,
 - durch Satzanfänge.

Die Aufgaben 3, 4 und 5 dienen der abschließenden Zusammenfassung der wesentlichen Zusammenhänge anhand der mit den Vorgängen verknüpften Fachbegriffe.

Das Material sollte insgesamt dazu verwendet werden, den Schüler/innen Ihre Vorgehensweisen (z.B. das eigenständige Annotieren der Abbildung, das Gliedern des Textes, das Nutzen der Nummerierung der Abbildungen, das Wahrnehmen und Lesen auch von Details in Abbildungen) bewusst zu machen, sodass sie diese künftig eigenständig auch auf nicht didaktisch aufbereitete Text-Bild-Kombinationen anwenden können.

Literatur

BAADTE, Ch. & SCHNOTZ, W. (2012). Das Verstehen von Texten mit Bildern. *Zeitschrift Weiterbildung*, 35–37.

LUMER, JUTTA (im Druck): Den Stickstoffkreislauf erarbeiten und verstehen – Ein sprachbewusst aufbereitetes Material zum Lesen einer Text-Bild-Kombination. *MNU-Journal*.

MADIGAN, M. T., BENDER, K. S., BUCKLEY, D. H., SATTLEY, W. M. & STAHL, D. A. (2020). *Brock Mikrobiologie*, 15., aktualisierte Auflage (S. 935). München: Pearson Deutschland

RAVEN, P. H., EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. (2000). *Biologie der Pflanzen*, 3. Auflage, New York: de Gruyter.

SADAVA, D., HILLIS, D. M., HELLER, H. C. & BERENBAUM, M. R. (2011). *Purves Biologie*, 9. Auflage, Heidelberg: Spektrum.

SCHÖN, G. (0. J.): <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/knoellchenbakterien/36459> (25.05.21).

URRY, L. A., CAIN, M. L., WASSERMAN, S. A., MINORSKY, P. V. & REECE, J. B. (2019). *Campbell Biologie*, 11., aktualisierte Auflage (S. 1083). Halbergmoos: Pearson.

Dr. JUTTA LUMER, lumer@uni-muenster.de, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum für Didaktik der Biologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. <https://www.uni-muenster.de/Biologie.Didaktik/mitarbeiter/Lumer.html> ■