

Fehlvorstellungen im forschend-entwickelnden Unterrichtsgang nutzen

M. Dittmer

An zwei Unterrichtsbeispielen soll aufgezeigt werden, wie Fehlvorstellungen in den Unterrichtsverlauf integriert werden und zu hohen Schülerbeteiligungen führen können.

1 Einleitung

Schüler und Schülerinnen bringen ganz individuelle Erfahrungen aus ihrem Alltag mit in den Unterricht. Diese Erfahrungen führen, anlehnend an die konstruktivistische Lerntheorie, zu subjektiven gedanklichen Konzepten. Nicht immer sind diese mit fachwissenschaftlichen Erkenntnissen zu belegen bzw. widersprechen ihnen, was im forschend-entwickelnden Unterricht [3] (siehe Tab. 1) die Chance zur Öffnung des selbigen bietet. Ziel kann es sein, gespeicherte Wissensstrukturen miteinander zu vernetzen bzw. aufzubauen (*conceptual growth*), sodass während des Lernprozesses die individuellen Konzepte entsprechend dem Wissenszuwachs angepasst werden [1].

Zum Einstieg in eine Thematik wird den Schülern ein Phänomen präsentiert, welches sie gleichzeitig motivieren und kognitiv aktivieren soll. Im Idealfall, wirft es eine Problemfrage auf, welche mit dem bisherigen Wissen nicht umfassend, korrekt gelöst werden kann [4]. Die genaue Formulierung des Phänomens und der Problemfrage ist wichtig, um die Vielzahl von Informationen, die verschiedene Schüler/-innen auf Grund ihres Konzeptes entnehmen können, auf eine für die Klasse gemeinsame, relevante zu reduzieren. Bedenkt man, dass Schüler/-innen die präsentierten Phänomene als Solches meist nicht in ihrem Hefter fixieren, sondern nur mit den Sinnen erfahren, ist es didaktisch-methodisch förderlich, sie zu skizzieren. Ebenso kann die Lerngruppe durch die Skizze unbewusst auf die Problemfrage geleitet werden. Das anschließende Formulieren der Voraussagen bietet dem Lehrer die Möglichkeit vorhandene Fehlvorstellungen zu diagnostizieren, indem er den Erfahrungshintergrund systematisch analysieren kann, um folglich das forschende, selbstständige, schülerorientierte Lernen zu fördern, indem er Lösungsvorschläge der Schüler/-innen bezüglich der Voraussagen ernst nimmt und

verfolgt. Versuche den Schülern durch einfaches Mitteilen der richtigen Lösung zu begegnen, haben wenig Erfolg gezeigt. Nur das eigenständige Entdecken der Dissonanz führt nach von Aufschneider dazu, den Aufbau neuer und andere Konzeptualisierungen zu ermöglichen [4]. In der Phase der Informationssammlung können die Schüler/-innen ihre Voraussagen experimentell oder mithilfe von verschiedenen Informationsquellen überprüfen [3]. Auch diese Phase dient den Schülern dazu, ihre Fehlvorstellungen durch einen neuen Erfahrungsschatz selbstständig zu reflektieren und gedanklich neue

Strukturen aufzubauen. In der Ergebnis-sicherungsphase werden die Ergebnisse verschiedener Lösungsansätze präsentiert und in Hinblick auf das Phänomen bzw. der Problemfrage diskutiert [2].

Folgend werden zwei Unterrichtsbeispiele vorgestellt, in denen Fehlvorstellungen zu ganz unerwarteten Unterrichtsverläufen geführt haben. Das Aufgreifen solcher spontanen Schüleräußerungen kann zu einem schülerorientierten und lebendigen Unterricht führen, der das selbstständige Erstellen von kognitiven Konzepten unterstützt und somit die Reflexionskompetenz der Schüler fördert.

Unterrichtsverlauf nach Schmidkunz, Lindemann		Beispiel Klasse 10	Beispiel Klasse 6
		Tafelbild	
Problemgewinnung	Phänomen	Nur 5% des aufgenommenen Alkohols werden metabolisiert.	Die Lösung läuft über den Rand vom Tiegel und brennt auf dem Tisch weiter.
Problemformulierung	Problemfrage	Wo bleiben die restlichen 95% des Alkohols?	Weshalb brennt die Lösung auf dem Tisch weiter?
Überlegungen zur Problemlösung	Voraussagen	Siehe Abbildung 2.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wasser brennt bei der Temperatur, bei der Ethanol brennt. 2. Die Mischung von Wasser und Ethanol brennen nur so lange, wie Ethanol noch im Überschuss vorhanden ist. 3. Wasser sinkt zum Boden des Tiegels und das Ethanol schwappt über. Das Ethanol brennt auf dem Tisch weiter, weil Wasser zum Boden des Tiegels sinkt und das Ethanol deshalb überschwappt.
Durchführung der Lösungsvorschläge	Informationssammlung	Siehe Abbildung 3.	Siehe Tabelle 2.
Abstraktion der gewonnenen Erkenntnisse	Antwort	Die restlichen 95% Alkohol werden im Körper verstoffwechselt (metabolisiert) und in Fettsäuren, Kohlenstoffdioxid und Wasser umgewandelt.	Es brennt der Ethanol als brennbarer Stoff solange weiter, bis die Lösung mit Wasser zu stark verdünnt ist. Die Lösung auf dem Tisch muss mindestens aus 50% Ethanol bestehen.

Tab. 1: Forschend-entwickelnder Unterrichtsgang in Anlehnung an Schmidkunz, Lindemann

2 Unterrichtsbeispiele

2a Unterrichtsverlauf „Alkohol im Körper“, Klasse 10

Vorwissen: Aus dem vorangegangenen Chemieunterricht ist den Schülern bekannt, dass bei der Verbrennung von organischen Stoffen überwiegend Kohlenstoffdioxid und Wasser entsteht. Der Begriff der Redoxreaktionen ist auf Teilchenebene erarbeitet worden und die Stoffklasse der Alkanole wurde vielseitig untersucht. Aus dem Biologieunterricht ist den Schülern bekannt, dass Pflanzen Glucose bei der Atmung in Kohlenstoffdioxid und Wasser umwandeln. Die Stoffwechselphysiologie des Menschen ist Thema im Kursunterricht.

Ziel der Doppelstunde ist es, dass die Schüler/-innen ihr Sachwissen bezüglich der Redoxreaktionen organischer Stoffe vertiefen, auf einen Alltagsbezug anwenden und einen Zusammenhang zu biologische Stoffwechselaspekte herstellen, wobei die Unterrichtsstunde ein Bindeglied zwischen Stoffwechselphysiologie der Pflanzen \leftrightarrow organische Redoxreaktionen \leftrightarrow Stoffwechselphysiologie des Menschen darstellen kann.

Einstiegsphase: Als Einstieg wird den Schülern eine Folie, auf der eine Silhouette eines Menschen abgebildet ist (Abb. 1), präsentiert. Der Metabolismus in der Leber ist als Reaktionsgleichung dargestellt und mit der Information, dass ca. 5% des aufgenommenen Alkohols über Lunge und Nieren ausgeschieden werden, ergänzt.

Nach einer mündlichen Beschreibung der Abbildung 1 wird das Phänomen skizziert und als Satz zusammengefasst, woraus sich die formulierte Problemfrage ergibt (Tab. 1).

Erarbeitungsphase: Die Erarbeitungsphase beginnt mit der Diagnose der Fehlvorstellungen. Die Schüler werden aufgefordert, Voraussagen zu formulieren, die die Problemfrage ihrer Meinung nach beantworten könnten. Hier wird deutlich, dass weder das Fachwissen korrekt vorhanden ist, noch ein fächerübergreifen-

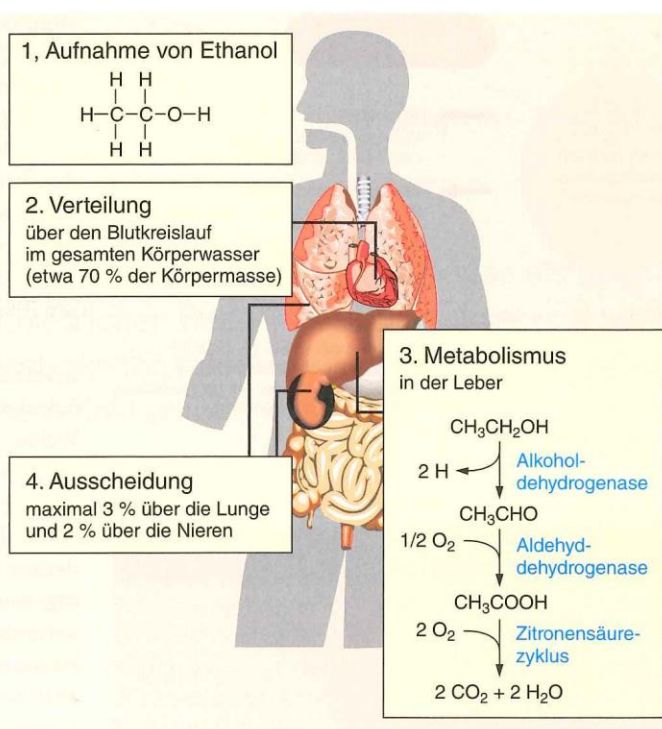


Abb. 1: Metabolismus von Alkohol

Man wird das Ethanol weiterhin durch das Urin, Lufatstoffe aus dem Arus und durch Schwweiß über die Haut los.

Ein großer Teil des Wassers wird in die Fettpolster gelagert, woher z.B. der Bierbauch kommt.

Transpiration

Einbindung in den Körper

Rülpsen

ggf. Erbrechen

Abb. 2: Fehlvorstellungen Alkoholabbau

der Bezug zum Biologieunterricht von den Schülern hergestellt werden kann (Abb. 2).

Da sofort deutlich wird, dass die Erfahrungen und das Vorwissen, nicht der gewünschten Qualität entsprechen, können die verschiedenen Voraussagen in Form einer MindMap zusammengefasst werden. Dies ermöglicht eine detaillierte Analyse und aus didaktisch-methodischer Sicht ein Aufgreifen vorhandener Wissensbausteine bzw. für die Schüler/-innen ein unbewusstes Dirigieren in die gewünschte Richtung, ohne die richtige Lösung vorzugeben oder formulierte Voraussagen zu bewerten. Die bildhafte Darstellung der Problematik kann zusätzlich kognitive Konzepte aktivieren, die zu

weiteren Lösungsvorschlägen führen können.

Im weiteren Unterrichtsverlauf formulieren die Schüler/-innen zu den Ästen der Mind Map passende Fragen und beantworten diese in arbeitsteiliger Gruppenarbeit. Es hat sich als hilfreich erweisen, die Fragen der einzelnen Äste ohne Bezug zur Problemfrage und kleinschrittig zu formulieren, sodass die Beantwortung unabhängig voneinander möglich ist. Das Zusammenfügen und beziehen auf die Problemfrage ist anschließend so komplex, dass das Anforderungsniveau an früherer Stelle im Unterricht zu hoch sein und die Schüler/-innen demotivieren kann (Abb. 3).

Ergebnissicherungsphase: Während der Ergebnissicherungsphase werden die einzelnen Antworten präsentiert, die Mind Map vervollständigt und abschließend die Antwort auf die Problemfrage formuliert (Tab. 1).

Aufgrund der Fehlvorstellungen seitens der Schüler/-innen wurde von der ursprünglichen Unterrichtsplanung abgewichen die mithilfe der Mind Map eine rege Diskussion provoziert, was eine rege Schülertätigkeit zur Folge hatte. Die Motivation der Schüler/-innen war auf Grund der kontroversen Voraussagen hoch. Der Unterrichtsgang sollte zur Folge gehabt haben, dass die Schüler/-innen ihr Konzept aus Alltagswissen und

fachlichen Vorwissen umstrukturiert, erweitert bzw. berichtigt haben. Als positiven Nebeneffekt haben sie ebenfalls lernen können, dass durch systematisches Vorgehen, eventuell unter Zuhilfenahme von Skizzen oder Mind Maps, selbst scheinbar unlösbare Phänomene nur auf so geringe Details aufgelöst werden müssen, bis sie lösbar werden.

2b Unterrichtsverlauf „Löschen von Bränden“, Klasse 6

Vorwissen: Die Schüler/-innen kennen die Bedingungen (brennbarer Stoff, Zerteilungsgrad, Sauerstoff) für einen Brand und haben sie in den vergangenen Unterrichtsstunden ausführlich experimentell überprüft.



Abb. 3: Mind Map

Schülerexperiment Nr.	Durchführung	Beobachtung	Auswertung
Schülerexperiment 1	Wasser auf ca. 79 °C erhitzen und anzünden.	Das Streichholz erlischt.	Wasser brennt bei ca. 79 °C nicht.
Schülerexperiment 2	Wasser und Ethanol (+ eine Prise Natriumchlorid) in verschiedenen Verhältnissen mischen und versuchen anzuzünden a) Mischungsverhältnis 10% Wasser und 90% Ethanol b) Mischungsverhältnis 30% Wasser und 70% Ethanol c) Mischungsverhältnis 50% Wasser und 50% Ethanol d) Mischungsverhältnis 70% Wasser und 30% Ethanol	Wasser und Ethanol ergeben eine homogene Lösung. a) leuchtend gelb-orange Flamme (= Licht- und Wärmeerscheinung) b) leuchtend gelb-orange Flamme (= Licht- und Wärmeerscheinung) c) leuchtend gelb-orange Flamme (= Licht- und Wärmeerscheinung) d) Keine Beobachtung	Wasser und Ethanol sind mischbar. Wasser und Ethanol sind ab einem Mischungsverhältnis von 50% brennbar.
Schülerexperiment 3	Wasser mit Universalindikator färben und mit einer Spritzflasche in ein Reagenzglas, welches zu ½ mit Ethanol befüllt ist, spritzen.	Der Indikator zeigt in Wasser eine grüne Färbung an. Wasser und Ethanol bilden eine homogene Lösung.	Wasser und Ethanol sind mischbar. Der Dichteunterschied ist zu gering.

Tab. 2: Schülerexperiment

Ziel der letzten Doppelstunde zur Thematik soll es sein, ihnen mehrere Möglichkeiten zum Löschen von Bränden vorzustellen und ihre Wirksamkeit in Hinblick auf Sicherheitsmaßnahmen zu reflektieren. Der forschend-entwickelnde Unterrichtsgang wird in dieser Stunde ursprünglich nicht angestrebt.

Einstiegsphase: Zur Motivation der Schüler/-innen soll in der Einstiegsphase ein randvoll, mit brennendem Ethanol gefüllter Tiegel durch Wasserzugabe mit der Spritzflasche als Lehrerdemonstrationsexperiment gelöscht werden. Die überlaufende Lösung brennt weiter. Es wird antizipiert, dass die Schüler/-innen sofort erkennen, dass Wasser kein geeignetes Löschmittel ist und anscheinend die Konzentration und die Temperatur des Ethanols trotzdem ausreichend hoch ist, um den Brand weiter voranschreiten zu lassen.

Beim Beobachten des Löschvorgangs ist äußerste Stille im Chemieraum. In dem Moment, indem die Lösung über den

Tiegelrand schwappt, ruft eine Schülerin erschrocken: „Das Wasser brennt.“ Diese Fehlvorstellung gibt Anlass, den geplanten Unterrichtsgang zu ändern und in den forschend-entwickelnden zu wechseln, sodass das Phänomen und die Problemfrage von den Schülern formuliert werden (Tab. 1).

Erarbeitungsphase: Im Anschluss an die Fragestellung formulieren die Schüler/-innen Voraussagen, planen Experimente zu deren Überprüfung und führen sie durch (Tab. 2).

Ergebnissicherungsphase: In der Ergebnissicherungsphase werden die Ergebnisse der Experimente fixiert und die Problemfrage beantwortet (Tab. 1 und 2).

Die spontan geäußerte Fehlvorstellung der Schülerin zeigte deutlich, dass das Sachwissen bezüglich der Brandentstehung bei dieser Schülerin nicht mit dem Brandlöschen in Bezug gebracht werden kann. Auch andere Schüler bestätigten die Befürchtung, dass individuelle kognitive Konzepte themenübergreifend nicht mit-

einander verknüpft werden können. Der forschend-entwickelnde Unterrichtsgang bietet die Möglichkeit, zur Festigung und Wiederholung von Sachwissen. Mithilfe dieser Vorgehensweise kann den Schülern der Umgang und letztlich die Lösung mit Anwendungsaufgaben erleichtert werden, indem sie lernen, künftig eigene neuronale Strukturen und Netze aufzubauen, um ihre Konzepte zu erweitern.

3 Resümee

Schüler/-innen zeigen auf vielfältige Weise, dass sie ihre individuellen Konzepte nicht richtig vernetzt haben. Der forschend-entwickelnde Unterrichtsgang kann ihnen helfen, diese Lücken aufzudecken und überwiegend selbstständig mithilfe ihres Vorwissens richtig zu verknüpfen. Häufig fehlt nur ein kleiner Denkanstoß seitens des Lehrers oder der anderen Schüler/-innen, der in Form von Fragen gegeben werden kann. Das experimentelle oder mehrdimensionale Erarbeiten fachlich richtiger Lösungen kann das vernetzte Denken und somit das nachhaltige Lernen fördern. ■

Literatur

- [1] Martin Linsner, *Aus Unterrichtsbeobachtungen lernen – Fehlvorstellungen und andere „Knackpunkte“ im Biologieunterricht* (Unveröffentlichtes Manuskript), Set-Treffen NRW, 6. Dezember 2005, Düsseldorf, S. 7 f, 10 f.
- [2] Hans-Dieter Barke, Temechegn Engida, Sileshi Yitbarek, *Concept Cartoons: Diagnose, Korrektur und Prävention von Fehlvorstellungen im Chemieunterricht*, Universität Münster, *Didaktik der Chemie*, Münster 2010.
- [3] Heinz Schmidkunz und Helmut Lindemann, *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren: Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*, Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwarsleben 1999, S. 38.
- [4] Claudia von Aufschnaiter in Doris Lemmermöhle u. a. (Hrsg.), *professionell lehren, erfolgreich lernen*, Waxmann Verlag GmbH, Münster 2007, S. 53 ff.

Anschrift der Verfasserin
StR Dr. Mareike Dittmer, Altes Gymnasium Oldenburg, Theaterwall 11, 26122 Oldenburg