

Kapitel 1

Forschungsorientiertes Lernen im Biologieunterricht

1.1 Einleitung

S. KAPELARI

Wunder(lehr)mittel Soja

Die Sojabohne ist weltweit eine der wichtigsten wirtschaftlich genutzten Hülsenfrüchte. Die Kulturpflanze hat nicht nur Bedeutung für die menschliche Ernährung und ist Grundlage vieler Lebensmittel. In der Masttierhaltung ist Soja aufgrund seines hohen Eiweiß- und Fettgehaltes als Futtermittel nicht mehr wegzudenken und auch bei der Erzeugung von Biokraftstoffen wird Soja eingesetzt. Die Nachfrage nach Soja und Sojaprodukten steigt stetig. Die Ausweitung der Anbauflächen in Südamerika nimmt rasant zu; nicht selten ist dies mit der Zerstörung tropischer Regenwälder, die zu den am meisten gefährdeten Landökosystemen der Erde zählen, verbunden. Im Kontext des Sojaanbaus werden mögliche Umweltrisiken durch den großflächigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und gentechnisch veränderten Organismen sowie die Einflussnahme menschlicher Aktivitäten auf den Klimawandel diskutiert. Gesellschaftliche Herausforderungen wie die Verteilung von Ressourcen und die immer größer werdenden Unterschiede zwischen Arm und Reich begleiten diese Diskussion.

Kompetenzorientierter Biologieunterricht

Die globale Sojaproduktion ist eines von vielen Themen, die in unterschiedlichem Ausmaß Bezüge zu den Lehrstoffinhalten des Biologieunterrichts herstellen können und gleichzeitig eine hohe gesellschaftliche Relevanz besitzen. Hier geht es nicht alleine darum, biologisches Fachwissen zu vermitteln, sondern auch gesellschaftliche Wertsysteme zu erkennen und zu hinterfragen.

Der österreichische Lehrplan der AHS Oberstufe greift diesen Gedanken auf und führt für das Fach Biologie und Umweltkunde im Kompetenzbereich „Standpunkte begründen und reflektiert handeln“ der Handlungsdimension folgendes Ziel an: „Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für das Individuum und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln“ (BMB 2016, S. 75). Nach einer Studie von Steffen und Hößle (2015) beinhaltet „die Integration von Thematiken, durch welche sich Kompetenzen der Bewertung erwerben und fördern lassen, für Lehrkräfte der Biologie größere Schwierigkeiten“ (S. 156). Diese Unsicherheit führt dazu, dass Aufgabenstellungen, die ethisches Bewerten zur Folge haben, häufig nicht in den Unterricht integriert werden. Obwohl „die Förderung von Bewertungskompetenz als wichtig für die individuelle Entwicklung der Lernenden angesehen wird, wird diese in der unterrichtlichen Praxis jedoch offensichtlich nicht in entsprechendem Ausmaß berücksichtigt“ (S. 167). Das vorgestellte Unterrichtsangebot möchte hier Anregungen liefern, wie das gesellschaftlich hoch kontrovers diskutierte Thema „Sojaproduktion- und -verbrauch“ in den Unterricht schrittweise integriert werden kann, um dadurch jenes Grundlagenwissen aufzubauen, das eine evidenzbasierte Diskussion überhaupt erst ermöglicht.

Kumulatives Lernen

Nicht nur Schülerinnen und Schüler, sondern alle Menschen, die überlegt Entscheidungen treffen möchten, stehen immer wieder vor der Herausforderung, Informationen, die von unterschiedlichen Medien angeboten werden, auf ihre Verlässlichkeit hin zu prüfen und herauszufinden, ob eine Information auf einer seriösen Grundlage fußt. Sich Wissen anzueignen, das nötig ist, um „autonom“ und kritisch denken und entscheiden zu können, ist ein sehr aufwändiger Prozess. Kompetenzorientierter Schulunterricht verfolgt das Ziel, systematisch so eine Basis zu schaffen.

Gerade bei einem so komplexen, vielschichtigen Thema wie das der Sojaproduktion und -verwendung ist es wichtig, schon früh mit dem Erwerb grundlegenden Wissens über Sojabohnen zu beginnen und immer wieder das bereits bestehende Wissen dafür zu nützen, um im entsprechenden Rahmen das Bewerten von Informationen und das Treffen von Entscheidungen zu üben. Erst dadurch wird kompetenzorientierter Unterricht überhaupt möglich, der das ethische Bewerten von Inhalten zum Ziel hat. Schülerinnen und Schüler erst in der 11. Schulstufe aufzufordern, einmal schnell im Internet zu recherchieren und sich eine Meinung zu bilden, die dann im Klassenverband diskutiert wird, greift unserer Meinung nach einfach zu kurz. Unsere Erfahrung hat uns gezeigt, dass dann häufig nicht überlegt und evidenzbasiert argumentiert, sondern „aus dem Bauch heraus“ diskutiert wird. Es stellt sich hier die Frage, welche Kompetenzen dadurch erworben werden. Die vorliegenden Unterrichtsmaterialien sollen erste Schritte aufzeigen, wie man einen Organismus systematisch dazu nützen kann, Grundlagenwissen und methodische Fähigkeiten für späteres ethisches Bewerten von komplexen Sachverhalten aufzubauen und dabei ohne Einschränkungen dem österreichischen Lehrplan der Sekundarstufe I und II gerecht wird (siehe Abbildung 1.1 und 1.2).

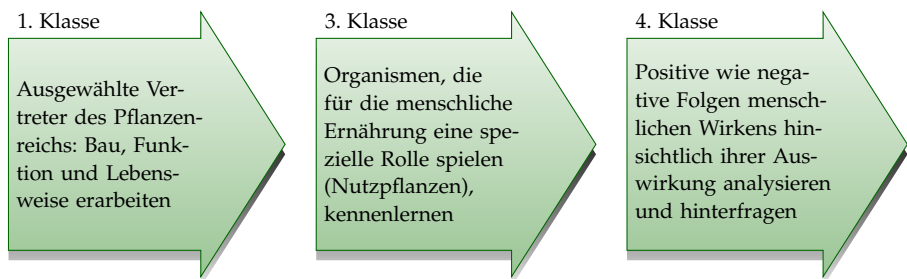


Abb. 1.1: Lehrplanbezug in der Sekundarstufe I (vgl. BMUK 2000)

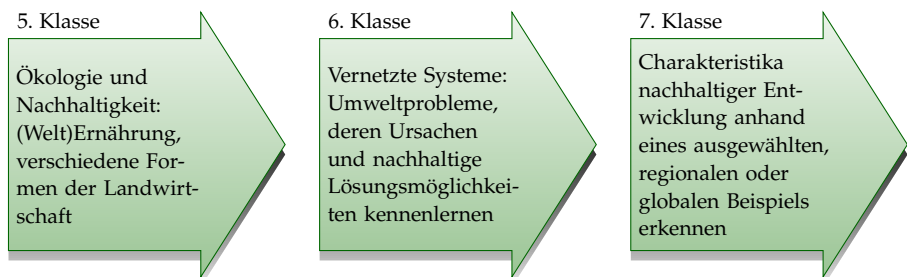


Abb. 1.2: Lehrplanbezug in der Sekundarstufe II (vgl. BMB 2016)

Die Abfolge des Einsatzes der hier vorgestellten Arbeitsmaterialien (siehe Abbildung 1.3) ist ein Vorschlag, der sich am oben erwähnten Lehrplan orientiert, sollte aber auch entsprechend variiert und ergänzt werden.

Das Erstellen eines Steckbriefs zur Sojabohne am Beginn dient dazu, den Organismus in seinen charakteristischen Eigenschaften kennenzulernen und ein Lernprodukt herzustellen, das in weiterer Folge als Grundlage für die folgenden Bewertungsprozesse herangezogen werden kann. Im Rahmen eines kleinen Rollenspiels wird dieses Wissen von Agrarberaterinnen und Agrarberatern eingesetzt, um eine Entscheidung für künftige Produktionsschwerpunkte der Landwirtschaft „Brenner“ treffen zu können. Es muss also nicht gewartet werden, bis sich die Schülerinnen und Schüler ein umfassendes Wissen über Soja angeeignet haben (AHS 7. und 8. Klasse). Erste einfache Entscheidungsprozesse können schon auf dem Weg dorthin in einem kleinen, überschaubaren Rahmen geübt werden.

Die Auswahl der Lernumgebung orientiert sich an den Zielen des EU-Projektes MASCIL und spricht unterschiedliche Berufsgruppen an, die im entsprechenden Kontext Wissen über Soja generieren (Ernährungswissenschaftlerinnen, Diätologen, Agrarwissenschaftlerinnen, Pflanzenphysiologen, Molekularbiologinnen, Ökologen etc.) oder gefordert sind, dieses Wissen für ihre überlegten Entscheidungen heranzuziehen (Vertreterinnen von Umweltschutzvereinen, Händler, Bäuerinnen, Lehrer, Köchinnen, Eltern, Entscheidungsträger in der Gemeinde etc.).

Forschungsorientiertes Lernen im Unterricht verwirklichen

Die von der EU innerhalb des 7. Rahmenprogramms geförderten Bildungsinitiative *Science in Society* sollte forschungsorientiertes Lernen (*inquiry-based learning*) als wesentlichen Teil des Unterrichts europaweit festigen.

Forschungsorientiertes Lernen ist ein im Kontext des Schulunterrichts verwendeter „Schirmbegriff“, der für unterschiedliche fachdidaktische Vorgehensweisen verwendet wird und per se nichts über die Qualität des Angebotes aussagt. Ganz allgemein zielt forschungsorientiertes Lernen darauf ab, den Erwerb von Fachwissen und methodische Fähigkeiten und Fertigkeiten zu unterstützen. Im naturwissenschaftlichen Unterricht liegt der Fokus dabei häufig auf dem Experimentieren.

Als didaktisches Prinzip sind die Aktivitäten, die Lernende dabei durchlaufen, also nicht mit naturwissenschaftlicher Forschung gleichzusetzen. Schülerinnen und Schüler sollen lernen, wie in den Naturwissenschaften Erkenntnisse gewonnen werden. Es wird (in den meisten Fällen) nicht von ihnen erwartet, dass sie wissenschaftlich forschen. Ihnen sollte aber auch nicht suggeriert werden, dass sie das tun.

Da es nicht die eine naturwissenschaftliche Vorgangsweise gibt, ist es gerade beim forschungsorientierten Lernen wichtig, Schülerinnen und Schüler darauf explizit aufmerksam zu machen, an welcher „Forschungsdisziplin“ sich die gewählte Vorgangsweise orientiert. Ein Physiker arbeitet anders als eine Molekularbiologin, eine Chemikerin anders als ein Verhaltenbiologe.

Naturwissenschaftliche Forschung ist kein linearer oder zyklischer, sondern ein hoch variabler und kreativer Prozess, der der Prämisse von Reproduzierbarkeit folgt. Er geht immer von einer Frage oder Beobachtung aus und greift immer auf bereits bestehendes Wissen zurück. Wissenschaftliche Forschung dient dazu, neues Wissen zu generieren und dadurch Lücken in bereits Vorhandenem zu schließen. Forschungsorientiertes Lernen dient meistens dazu, bereits bekanntes Wissen erfahrbar und verständlich zu machen.

Während es zu Beginn oft wichtig ist, einzelne Schritte des Vorgehens explizit in eine Reihenfolge zu bringen und Lernende dabei zu unterstützen, die Qualität ihres Vorgehens systematisch weiterzuentwickeln (*guided inquiry* – geleitetes Vorgehen), wird es mit zunehmendem Wissen und Können der Schülerinnen und Schüler wichtig sein, diese zunehmend selbstständig arbeiten zu lassen. Sie sollen eigenständig bestehendes Wissen recherchieren, ihr eigenes Vorgehen strukturieren und umsetzen sowie die Ergebnisse vor dem Hintergrund bereits vorhandenen Wissens diskutieren.

Expertise im Verständnis von naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozessen zeigt sich durch ...

- zunehmende **Strukturiertheit** in der Vorgangsweise, die auf dem Wissen beruht, welche Forschungsparadigmen einer bestimmten Disziplin zugrunde liegen,
- zunehmendes **Fachwissen**, das in den Erkenntnisprozess integriert wird,

... bei gleichzeitiger Zurücknahme der Hilfestellungen, die vom Lehrenden angeboten werden.

Systematisch angeleitetes forschungsorientiertes Lernen, das Schülerinnen und Schüler darin unterstützt, trotz zunehmender Eigenverantwortung im Vorgehen qualitativ hochwertige Erkenntnisprozesse zu durchschreiten, hat ein großes Potential, ihnen bei der Entwicklung jener Kompetenzen zu helfen, die es ihnen möglich machen, am Ende der Sekundarstufe II eine vorwissenschaftliche Arbeit erfolgreich zu verfassen.

Jiang und McComas (2015) konnten zeigen, dass weder absolut offenes (*open inquiry*) noch stark vorgegebenes (*structured inquiry*) forschungsorientiertes Lernen positive Lerneffekte erzeugt. Ideal ist wie immer ein Mittelweg, der sich am aktuellen Wissen und Können der Lernenden orientiert und so viel Anleitung wie nötig und so viel Freiheit wie möglich gibt.

Erste Aspekte des forschungsorientierten Lernens werden im Rahmen der MASCIL-Reihe „Soja“ zu Beginn mit Keimversuchen und dem Variieren von Umweltfaktoren während der Anzucht von Sojapflanzen geübt. Hier ist es wichtig explizit herauszuarbeiten, welche Faktoren konstant gehalten und welche variiert werden sollen. Das Planen und Führen eines Protokolls soll hier explizit geübt werden.

Die Experimente zum Nachweis ausgewählter Inhaltsstoffe können für Fortgeschrittene so variiert werden, dass sowohl das Planen des Forschungsdesigns als auch die Durchführung ohne Unterstützung durch die Lehrperson möglich ist. Schülerinnen und Schüler sollen auch recherchieren, auf welcher chemischen Grundlage die Nachweismethoden funktionieren und welche Aussagen man mit ihrer Hilfe treffen und welche man nicht treffen kann.

Forschungsorientiertes Lernen geht immer von einer Frage, die es zu beantworten, oder einem Problem, das es zu lösen gilt, aus. Meist kann die Antwort/Lösung auf verschiedene Weise gefunden und unterschiedliche Lösungswege beschrritten werden. Die Vorgangsweise muss aber einer nachvollziehbaren Logik folgen und in sich schlüssig begründbar sein.

In Hinblick auf das Fördern von Bewertungskompetenz ist es wichtig, die Verlässlichkeit der so gewonnenen Daten zu diskutieren und das methodische Vorgehen bei der Analyse und Interpretation der Daten kritisch zu hinterfragen. Sehr häufig wird gerade dieser Phase des forschungsorientierten Lernens in der unterrichtlichen Praxis weniger Zeit eingeräumt als dem praktischen Generieren von Daten (Demir und Abell 2006). Das liegt wohl darin begründet, dass Schülerinnen und Schüler sich gerne aktiv an den Versuche im Sinne des Erzeugens eines Phänomens beteiligen. Das Protokollieren der Ergebnisse wird hingegen als weniger spannend empfunden. Schlüsse aus

den gewonnenen Daten zu ziehen, ist mitunter kognitiv nicht nur für die Schülerinnen und Schüler, sondern auch für die Lehrenden sehr anspruchsvoll.

Rollenspiele im Unterricht

Das Rollenspiel ist nach Meyer (1987) eine komplexe Methode zur Aneignung gesellschaftlicher Wirklichkeit (S. 358). Die angebotenen Rollenspiele bieten den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, Bewertungsprozesse, die immer vom sozialen Umfeld beeinflusst werden, in einer vereinfachten, der realen Arbeits- und Entscheidungswelt nachempfundenen Umgebung zu üben. Die Lernenden müssen entweder selbst gewählte oder ihnen zugeteilte Rollen übernehmen, sich mit dem Wissen, den Meinungen, Gefühlen und Haltungen dieser Rolle auseinandersetzen und mit ihrer eigenen Persönlichkeit und ihrem eigenen Wissen in Verbindung bringen.

Speziell im Rollenspiel, das in der 11. Schulstufe angeboten werden kann, führen die unterschiedlichen Ziele und Interessenslagen der handelnden Personen zu Konflikten, die es auszudiskutieren gilt. Die Lernenden durchlaufen eine mehr oder weniger rollenspezifische Meinungsbildung und entwickeln Strategien, wie sie die Interessen ihrer Rolle so erfolgreich wie möglich durchsetzen können. Das Spielergebnis sollte zu einer Kompromissfindung führen, die die Interessenlagen der unterschiedlichen *stakeholder* so weit wie möglich berücksichtigt.

Das Rollenspielsetting kann deutlich machen, wie sehr die eigene Meinung von der der anderen beeinflusst wird, wie wichtig es ist, gute und vor allem stichhaltige Argumente in die Diskussion einzubringen, um auch wirklich gehört zu werden bzw. den Meinungsbildungsprozess mitgestalten zu können. Es wird aber auch deutlich, dass nicht immer das bessere Argument zählt, sondern es häufig ausschlaggebend ist, wer ein Argument wie vorbringt. Hier kommt das Rollenspiel der Realität sehr nahe. Beim Durchführen von Rollenspielen ist es wichtig, der Einleitung und dem Abschluss (*debriefing*) ein besonderes Augenmerk zu schenken. Die Einleitung ist weichenstellend dafür, wie sehr sich die Mitspieler in ihre Rolle einlassen und diese auch annehmen können. Das *debriefing* muss genau das Gegenteil bewirken und die Schülerinnen und Schüler darin unterstützen, die Rollen aktiv zu verlassen und die anderen Schülerinnen und Schüler wieder als Personen, die sie sind

und nicht mehr als die Rolle, die sie verkörpert haben, zu betrachten. Gerade wenn sehr emotional gespielt wird, ist es wichtig, diese Emotionen noch einmal anzusprechen und den Darstellenden die Gelegenheit zu geben, über das Erlebte nachzudenken.

Das Unterrichtsmaterial im Überblick

Wunder(lehr)mittel Soja eignet sich hervorragend für einen schulstufenübergreifenden Unterricht. Angesprochene Inhalte können aber in allen Schulstufen in den Unterricht integriert werden (siehe Abbildung 1.3).

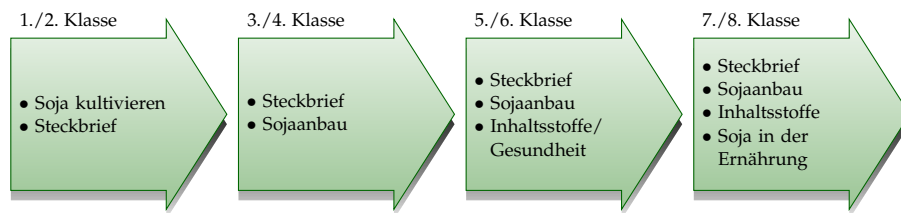


Abb. 1.3: Vorschlag zum Einsatz der Unterrichtsbeispiele im Verlauf der Sekundarstufe

Die Materialien sind in vier Module gegliedert:

- Steckbrief Soja
- Sojaanbau
- Inhaltsstoffe der Sojabohne
- Soja in der Ernährung

Steckbrief Soja

Durch das Planen und Umsetzen von Experimenten zum Wachstum der Sojabohne sollen die Schülerinnen und Schüler die Sojabohne kennenlernen.

Ausgehend von der Frage „Wie wächst Soja und welche wachstumsbeeinflussenden Faktoren sind erkennbar?“ werden Überlegungen angestellt, welche Faktoren einen Einfluss haben können (Hypothesen). Aufbauend auf ein vermutetes Wirkmodell und das bereits bestehende Wissen über Pflanzenwachstum werden Vermutungen über einen kausalen Zusammenhang abgeleitet.

Es wird also angenommen, dass eine ursächliche Bedingung (unabhängige Variable, z. B. Wasser, Licht, CO₂, Nährstoffe) für die Entstehung oder Veränderung eines Phänomens (abhängige Variable, z. B. Wachstum der Sojapflanzen) verantwortlich ist. Als Grundlage für dieses Experiment müssen also die differenzierbaren Aspekte eines Phänomens (Zunahme der Blättchen-Anzahl, Zunahme der Sprosslänge, Zunahme der Blättchen-Oberfläche etc.) identifiziert, operationalisiert und beobachtet/gemessen werden. Das heißt, es sollte gemeinsam überlegt werden, wie das vonstattengehen kann (Maßband, Ellipsenrechner, wo muss gemessen werden etc.).

Unabhängige Variablen werden also aktiv aber kontrolliert manipuliert. Unabhängige Variablen können sein: der Nährstoffgehalt des Bodens (z. B. verschiedene Komponenten wie Sand, Humus etc. in unterschiedlicher Mengenverteilung), die Wasserversorgung, das Lichtangebot, die Menge an Beikräutern etc. Wichtig ist es, eine Kontrollgruppe/Vergleichsgruppe unter gegebenen Bedingungen (Gleichhalten potentiell einflussreicher Drittvariablen, konfigurierte Variablen) mitlaufen zu lassen. So können beispielsweise gleiche Töpfe mit der gleichen Menge an Substrat gefüllt werden. Das Substrat der Kontrollgruppe ist Sand (enthält keinen Humus und damit auch keine Nährstoffe), in den Testansätzen 1–3 wird Humus beigegeben und der Anteil desselben variiert. Wasserversorgung und Lichtversorgung bleiben für alle vier Ansätze gleich.

Einen komplexeren Versuchsansatz, der mehrere Einflussfaktoren testet, systematisch zu planen, braucht Zeit. Das Ausmaß an Unterstützung, das die Schülerinnen und Schüler dabei brauchen, hängt von den Erfahrungen ab, die sie schon im Planen und Durchführen von Versuchen haben. Konstruktives Feedback von der Lehrperson ist mitunter sehr hilfreich – man muss nicht immer das Rad neu erfinden.

Sojabohnen wachsen schnell. Der Wachstumsprozess sollte mindestens vier Wochen dokumentiert und anschließend ausgewertet werden. Sojabohnen sind Tiefwurzler. Ideal ist es, sie nach dieser Zeit in ein (Hoch)beet auszupflanzen.

Abschließend sollten die Schülerinnen und Schüler den Steckbrief zur Sojabohne erstellen. Wir empfehlen, sie darauf hinzuweisen, dass dieser Steckbrief später wieder benötigt wird.

Sojaanbau

In einem Beratungsgespräch (Rollenspiel) soll der fiktive Landwirt „Brenner“ über die Vor- und Nachteile des Sojaanbaus aufgeklärt werden. Die Schülerinnen und Schüler können nun auf das Wissen, das sie in ihrem Steckbrief zu Soja festgehalten haben, zurückgreifen und weitere Informationen recherchieren. Die Agrarexpertinnen und -experten beraten anschließend in einem kleinen Rollenspiel den Landwirt „Brenner“, der sich überlegt, seinen Hof auf Sojaproduktion umzustellen. Dazu steht gegebenenfalls auch ein Rechenprogramm zu Verfügung, das in der Landwirtschaft zur Kalkulation wirtschaftlicher Grundlagen herangezogen wird.

Inhaltsstoffe der Sojabohne

Das Testen der Inhaltsstoffe kann sowohl in der Unterstufe als auch in der Oberstufe erfolgen. Ältere Schülerinnen und Schüler, die schon Chemieunterricht genossen haben, können die Funktionsweise der chemischen Nachweisverfahren leichter verstehen. Sie sollen dahingehend angeregt werden eigene Fragestellungen zu formulieren und diese mithilfe des Nachweisverfahrens zu beantworten. Jüngere Schülerinnen und Schüler können die Inhaltsstoffe der Sojabohne durch angeleitete Versuche erarbeiten.

Soja als Nahrungsmittel

Das abschließende Rollenspiel soll dazu beitragen, über die gesellschaftliche, gesundheitliche und wirtschaftliche Bedeutung von Soja als Nahrungs- und Tierfuttermittel nachzudenken und sich eine eigene Meinung zu bilden. Hierbei wird in einer fiktiven Gemeinde im Osten von Österreich ein neuer Versorger für den Kindergarten gesucht. Im Mittelpunkt der Diskussion steht dabei die Entwicklung einer Pro- und Contra-Liste, die dazu dienen soll, im Gemeinderat die Entscheidung zu treffen, ob der Mittagstisch des Kindergartens in Zukunft auf sojareiche vegetarische Kost umsteigen soll.

Wir empfehlen, neben den auf den Seiten 83–90 ausgearbeiteten Rollenkarten auch zusätzliche, von den Schülerinnen und Schüler vorgeschlagene Rollen ins Spiel mitaufzunehmen. Die Schülerinnen und Schüler können dann das Profil der einzelnen Rollen und – wie für die vorgegebenen Rollen auch

– deren Wissensbasis selbst erarbeiten. Aktuell wird zum Beispiel von Ernährungswissenschaftlerinnen und Ernährungswissenschaftlern vegetarische bzw. vegane Ernährung von Kleinkindern diskutiert – hier mag es für einige spannend sein, sich dieser Thematik zu widmen.

Die ausgearbeiteten Rollen stellen nur eine kleine Auswahl der Möglichkeiten dar und sollen mehr als Anregung und weniger als Anleitung dienen. In weiterer Folge sind die ausgearbeiteten Arbeitsblätter und Unterlagen für Lehrende mit Links versehen, über die Kopiervorlagen bezogen werden können. Allen Aufgaben ist eine englische Version der Problemstellung beigefügt, um den Einsatz im englischsprachigen Biologie- und Umweltkundeunterricht zu ermöglichen.

Literatur

- Bundesministerium für Bildung (BMB) (2016). *Verordnung der Bundesministerin für Bildung, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen geändert wird; Bekanntmachung, mit der die Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen geändert wird*. URL: https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=BgblAuth&Dokumentnummer=BGBLA_2016_II_219 (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten (BMUK) (2000). *Verordnung des Bundesministers für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen geändert wird; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen*. URL: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2000_133_2/2000_133_2.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Demir, A. und S. Abell (2006). "Alternative Certification Science Teachers' Understanding and Implementation of Inquiry-based Instruction in their Beginning Years of teaching". Dissertation. Faculty of the Graduate School University Of Missouri-Columbia, USA. URL: <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/4347/research.pdf?sequence=3> (aufgerufen am 12. 12. 2016).
- Jiang, F. und W. F. McComas (2015). "The effect of Inquiry Teaching on Student Science Achievement and Attitudes: evidence from Propensity Score Analysis of Pisa Data". In: *International Journal of Science Education* 37 (3), S. 554–576.
- Meyer, H. (1987). *Unterrichts-Methoden, II: Praxisband*. Deutsch. 14. Auflage. Frankfurt am Main: Cornelsen.

Steffen, B. und C. Höhle (2015). "Diagnose von Bewertungskompetenz durch Biologielehrkräfte-Negieren eigener Fähigkeiten oder Bewältigen einer Herausforderung?" In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 21, S. 155–172.