

Lernen in naturwissenschaftlichen Fächern mit gesellschaftlich relevanten Fragen in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung

Aktionsforschungsorientierte Modellierung eines Projektpraktikums für naturwissenschaftliche Fächer in der Sekundarstufe

Elisabeth Inschlag¹, Franz Radits²

Zusammenfassung

Die vorliegende explorative Studie untersucht, wie Lernumgebungen zu gesellschaftlich relevanten, wissenschaftlichen Problemstellungen im Format des forschenden Lernens in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung modelliert und implementiert werden können. Es gibt einige Studien, die die Lernwirksamkeit und die Bildungsrelevanz von politischen und gesellschaftlichen Fragestellungen im und die Bedeutung des Forschenden Lernens für den naturwissenschaftlichen Unterricht untermauern. Umso überraschender sind Befunde aus der aktuellen Unterrichts- sowie aus der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Sie zeigen Problemfelder bei der Realisierung in der Praxis auf. In unserer Studie gehen wir zunächst der Frage nach, wie diese Barrieren von Lehrerinnen, Lehrern und Studierenden beschrieben werden und identifizieren dann Vorschläge zu deren Überwindung. Die Daten werden aktionsforschungsorientiert in einem derzeit für das neue Curriculum der Sekundarstufenausbildung entwickelten Projektpraktikum durch teilnehmende Beobachtung und Experteninterviews mit erfahrenen Lehrerinnen gesammelt und durch qualitative Inhaltsanalyse untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Komplexität gesellschaftspolitischer Kontexte für Lehrerinnen zunächst motivierend ist. Kommt es allerdings zu politischen oder ethischen Entscheidungssituationen breitet sich Verunsicherung und der Wunsch nach klarer fachlich fundierter Expertise aus. Bei der Weiterentwicklung des Lehrveranstaltungsmodells muss daher mehr Raum für Reflexion über Wissenschaft (Nature of Science) und ethischen Diskurs geöffnet werden.

Learning Science with Socio Scientific Issues in Teacher Education

Abstract

This paper explores how teaching with Socio Scientific Issues (SSI) within the frame work of Inquiry Based Science Education (IBSE) can be implemented in teacher education (TE) and modelled in the contexts of the local TE curriculum. There is a high range of empirical evidence that SSI and IBSE driven learning environments are stimulating in class and effective for acquisition of professional knowledge in teacher education. But never the less some papers highlighted that pre-service and in-service teachers met mighty barriers when they try to realize these conception in practice. We used an action research approach to understand more about the nature of the barriers and how teacher professional development can be designed in our curriculum. The study is based on the analyses of qualitative data, gathered through observation of a pre-service science course including elements of school practice by the teacher trainers and the triangulation of these findings by expert interviews with experienced teachers. Data have been analyzed by contents analyses. Results show that the complexity of SSI motivated teachers to create specific learning environments and created uncertainty in situations of decision making in political and ethical issues. To improve our model we have to create much more space for learning with and about nature of science (NOS).

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.
Korrespondierende Autorin. E-Mail: e.inschlag@ph-noe.ac.at

² Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

Schlüsselwörter:

Aktionsforschung
Forschendes Lernen
Politische Bildung im Biologieunterricht

Keywords:

Nature of Science
Teacher professional development
SSIBL Inquiry based Science Education & SSI

1 Einleitung

Als Biologie- (bzw. Science-)Lehrerin an einer Berufsbildenden Höheren Schule war ich es früher gewohnt, Wissen als mehr oder weniger klare Tatsachen zu lehren. Als ich aber begann, vermehrt gesellschaftlich relevante, naturwissenschaftliche Problemstellungen, sogenannte Socio-Scientific Issues (SSI), wie Lebensmittelqualität, Landwirtschaft, Energie, Mobilität, Klimawandel, Gentechnik, künstliche Befruchtung, oder Fließgewässer zum Gegenstand des Forschenden Lernens (Inquiry learning) zu nutzen, war ich mit einer neuen Qualität des Wissens konfrontiert: Im Kontext solcher gesellschaftlicher Problemstellungen erwies sich das zur Problemlösung herangezogene Fachwissen als kontrovers und unauflösbar mit den Meinungen, dem Alltagswissen und den Behauptungen unterschiedlicher Konfliktpartner/innen verstrickt. Hier wird eine bedeutende Bildungsaufgabe sichtbar. Da die genannten Themen die Alltagswelt oder die individuellen Werte vieler Bürgerinnen und Bürger betreffen, haben sich diese politisches Gewicht und Verhandlungspositionen erstritten und werden zunehmend in die Entscheidungsprozesse involviert.

Fachunterricht muss junge Menschen für solche persönlichen und gesellschaftlichen Entscheidungsprozesse, in denen naturwissenschaftliche, persönliche und gesellschaftliche Expertisen verhandelt werden, vorbereiten. Solche Bildungsziele werden fachdidaktisch im Konzept einer „Scientific Literacy (Bybee, 2002) diskutiert und sind den leitenden Kompetenzmodellen für den Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern grundgelegt (Venus-Wagner et al., 2012), wie später noch erörtert werden wird. Das von uns verwendete *Literacy*-Konzept orientiert sich an Holbrook & Rannikmae: “Scientific literacy is /.../ wider than simply reading and writing. /.../scientific literacy is placed on the literacy component in recognition of the trend towards relating scientific literacy to skills and values appropriate for a responsible citizen. Rejected is a consideration that scientific literacy is related to an emphasis on the acquisition of content and this is especially considered, noting the social bias and cultural embedding of science.” (2009, S. 288) Holbrook & Rannikmae verschieben, wie Levinson (2006) in seiner Arbeit über Socio-Scientific Issues (SSI), Bybees stark fachlich formulierte Kompetenzen auf die gesellschaftliche Ebene. Hier positionieren wir die Bildungsziele der in der Arbeit verhandelten Lehrveranstaltung zum Thema Inquiry Learning mit Konfliktfeldern an Fließgewässern: Studierende sollen in unserer Lehrveranstaltung lernen, spezifische Lernumgebungen, orientiert an einer gesellschaftspolitisch ausgerichteten *Scientific Literacy*, zu gestalten.

Als Lektorin in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung stelle ich mir im Leitungsteam die Aufgabe, auf der Grundlage der systematischen Reflexion meiner bisherigen Arbeit zum Forschenden Lernen (Inschlag & Radits, 2014) einem Aktionsforschungsansatz (Altrichter & Posch, 2007) folgend eine bestehende Lehrveranstaltung zum Thema Inquiry Learning mit Konfliktfeldern an Fließgewässern weiterzuentwickeln. Die vorliegende explorative Arbeit ist der erste Schritt dieser Modellierung: Ein bewährtes Projektpraktikum, das bislang verschiedenen Fachthemen offenstand, soll für Forschendes Lernen zu gesellschaftlich relevanten Themen (in der Folge: *Socio-Scientific Inquiry Based Learning, SSIBL, Levinson et al., 2016*) forschungsgestützt adaptiert werden. Das Leitungsteam stützt sich dabei auf die teilnehmende Beobachtung und Dokumentation des ersten Durchgangs des Projektpraktikums und auf die Expertise erfahrener Lehrerinnen, deren *Erfahrungen und Strategien* in Expertinneninterviews erhoben werden. In einer Folgestudie planen wir auf Basis der Daten aus einem weiteren Durchgang des Projektpraktikums die Modellierung von SSIBL Lehrveranstaltungen voranzutreiben.

2 Theoretische Überlegungen

In den folgenden Kapiteln werden Rahmenbedingung und vermittlungsmethodische Aspekte im Lichte der aktuellen Literatur diskutiert. Die Überlegungen konzentrieren sich auf bildungsbehördliche Vorgaben, wie

etwa Lehrpläne und Kompetenzmodelle für den Biologie- bzw. Scienceunterricht, da einer der wichtigsten Einwände gegen die Auseinandersetzung mit komplexen SSIBL Themen im Unterricht seitens der Lehrerinnen und Lehrer die angenommene Unvereinbarkeit mit den „Vorgaben“ ist (Klein, 2013). Die vermittlungsmethodischen Überlegungen fokussieren auf fachdidaktisch erfolgreichen, empirisch begründeten Modellen, mit denen der komplexe Unterrichtsgegenstand zugänglich oder die angestrebten Kompetenzen bei den Lernenden, zum Beispiel die Entscheidungs- und Gestaltungskompetenz (De Haan, 2008) erfasst werden können. Abschließend wird der Aktionsforschungsansatz der Arbeit kritisch reflektiert. Aktionsforschung verfolgt in dieser Hinsicht ein doppeltes Ziel: Die handelnde Lektorin strebt einen Erkenntnisgewinn zur evidenzbasierten Modellierung ihres Lehrveranstaltungsmodells für SSIBL Themen an und verfolgt parallel ein Implementierungsziel in das neu entstehende Curriculum der Pädagogischen Hochschule und Universität. Aus allen drei Theoriefeldern erwarten wir Impulse für die Modellierung.

2.1 Gesellschaftlich relevante, naturwissenschaftliche Problemstellungen und Forschendes Lernen (SSIBL) in den österreichischen Lehrplänen und Vorgaben der Bildungsbehörden

SSIBL Themenstellungen sind komplex und multidisziplinär angelegt und stellen so eine Herausforderung für Lehrer und Lehrerinnen dar, wie später noch ausgeführt werden wird. Die Frage ist nun, inwieweit die Implementierung derartiger Fragestellungen von den gültigen Lehrplänen unterstützt wird. Das Ergebnis der Lehrplanlektüre mag überraschen: Bereits ein erster Blick auf Verordnungen zu den Allgemeinbildenden Schulen (AHS) und auch zu den Berufsbildenden höheren und mittleren Schulen (BMHS) verlangt nicht nur die Behandlung von SSIBL Themen im Unterricht, es werden dazu auch Kompetenzen festgeschrieben: So fordert der Lehrplan der BMHS für die Höheren Lehranstalten für wirtschaftliche Berufe als Bildungs- und Lehraufgabe im Unterrichtsfach Naturwissenschaften: „Schülerinnen und Schüler können Erkenntnisse und Methoden in ausgewählten aktuellen Themen (wie zu Medizin, Biotechnik und Gentechnik) unter Berücksichtigung gesellschaftlich verhandelbarer Werte beschreiben und beurteilen.“ Ebenfalls aus diesem Lehrplan: „...mögliche Folgen des Klimawandels erklären, diskutieren und bewerten“ oder „...ihr eigenes ökologisches Verhalten reflektieren, ihren eigenen ökologischen Fußabdruck berechnen und daraus folgend nachhaltig und umweltgerecht handeln.“ Dass Absolventen und Absolventinnen „zu ökologisch bewusstem und nachhaltigem Handeln befähigt“ sind und „gesellschaftliche Herausforderungen annehmen und aktiv gestalten können“, kann man dann noch in den allgemeinen Bildungszielen nachlesen.

Aber auch in anderen Unterrichtsfächern ist die Forderung nach kompetentem Umgang mit komplexen und kontroversen Themenstellungen explizit in den Bildungs- und Lehraufgaben zu finden, wie am Beispiel des Unterrichtsfaches Ernährung gezeigt werden kann: „Schülerinnen und Schüler können sich am Markt orientieren sowie als mündige Konsumentinnen und Konsumenten hinsichtlich Lebensmittelqualität, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit verantwortungsbewusst handeln.“ (BGBl. II Nr. 340/2015, Anlage A5). Beispiele aus dem Lehrplan der AHS sind nicht weniger zahlreich wie folgendes Zitat aus dem Lehrplan der AHS Oberstufe, Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde, zeigt, in welchem es heißt: „Die Schülerinnen und Schüler sollen Wissen und Kompetenzen erwerben, die sie in Hinblick auf zukünftige Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungen qualifizieren. Werte und Normen, Fragen der Verantwortung (Bioethik) bei der Anwendung naturwissenschaftlicher bzw. biologischer Erkenntnisse sollen thematisiert werden.“ Gefordert werden hier auch „Einblick in das Spannungsfeld Ökologie – Ökonomie“ oder, um auch ein Beispiel aus der Unterstufe zu bringen, „Die Schülerinnen und Schüler sollen ein biologisches Grundverständnis erwerben, welches sie bei ihrer zukünftigen Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungen unterstützen kann.“ (BGBl. II Nr. 133/2000)

Um diese geforderten Kompetenzen und Fähigkeiten zu erhalten, müssen im Unterricht aktuelle, gesellschaftlich bedeutende Problemstellungen behandelt und in ihrer Komplexität und Kontroverse dargestellt werden. Viele der Themenfelder sind Teile der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) sowie des Globalen Lernens und sind unter dem Aspekt der Naturwissenschaften, der Ökonomie und sozialer Anliegen ganzheitlich zu betrachten. Diese Aufgabe wird mit dem Grundsatzertlass Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung (2014) an alle Schulen als wesentlicher Teil der Umweltbildung speziell im naturwissenschaftlichen Unterricht, aber auch multidisziplinär an alle Unterrichtsfächer übertragen. Schülerinnen und Schüler sollen sich der Auswirkungen der steigenden globalen Komplexität bewusst werden, in der Lage sein, Veränderungen der lokalen und globalen Umweltsituation wahrzunehmen und sich mit Zukunftsrisiken und Unsicherheiten auseinandersetzen können. Sie sollen fähig sein, „...demokratische Verantwortung als mündige Bürgerinnen

und Bürger [zu] erkennen, eigene Standpunkte und einen persönlichen Wertekatalog [zu] entwickeln sowie sich aktiv und konstruktiv an gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen [zu] beteiligen.“ In diesem Grundsatzterlass findet man auch sehr konkrete Kriterien für die Schülerinnen und Schüler, aktivierende Lernumgebungen, in denen „Interessenskonflikte und Dilemmata zu diskutier[en]t“ und unterschiedliche Sichtweisen kritisch abgewogen und konkret geprüft werden. Ähnliche Ziele und Forderungen trägt die »Österreichische Strategie zur Bildung für nachhaltige Entwicklung« (https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/ba/bine_strategie_folder_-18301.pdf?61ed8r) an den Biologie- und Scienceunterricht heran. Beide pädagogischen und bildungspolitischen Vorgaben orientieren sich an dem Konzept einer Gestaltungskompetenz. In Lernumgebungen für eine Bildung für nachhaltige Entwicklung sollen Menschen vom Wissen zum Handeln gelangen. Dazu werden Fähigkeiten, die ein umweltbewusstes und nachhaltiges Gestalten des eigenen Lebens ermöglichen, erlernt (De Haan, 2008). SSIBL Themen fokussieren, wie eingangs gezeigt, stark auf die gesellschaftspolitischen Kontexte der im Unterricht verhandelten Themen.

Eine ähnliche Zielrichtung gibt der „Grundsatzterlass Unterrichtsprinzip Politische Bildung“ (2015) vor. In möglichst fächerübergreifenden Arrangements sollen in allen Schulformen und Schulstufen basierend auf dem § 2 des SchOG (Schulorganisationsgesetz) und der Europarats-Charta zur Politischen Bildung und Menschenrechtsbildung (Rundschreiben 15/2012, BMUKK 33.466/0119-I/6a/2012) demokratische Möglichkeiten zur Mitbestimmung „auf allen gesellschaftlichen und politischen Ebenen“ aufgezeigt werden. Dadurch, so argumentiert der Erlass, sollen Schülerinnen und Schüler befähigt werden, „als Einzelperson, als Mitglied einer sozialen Gruppe und als Teil der Gesellschaft daran teilzuhaben.“ Im Erlass wird eine Öffnung des Unterrichts zur Gesellschaft gefordert: Externe Experten und Expertinnen, problemrelevante Akteure/Akteurinnen, wie Interessensvertretungen, Vertreterinnen und Vertreter von NGOs, Bürgerinitiativen usw. sollen in den Unterricht einbezogen werden, um Schülerinnen und Schülern das nötige Hintergrundwissen, welches für die Entwicklung einer eigenständigen Entscheidungs-, Beurteilungs-, oder Gestaltungskompetenz Voraussetzung ist, zu vermitteln.

Diese Analyse zeigt, dass die Dokumente der österreichischen Bildungsbehörden sehr gut zur pädagogischen und didaktischen Begründung von SSIBL-orientiertem Unterricht und zur beabsichtigten Modellierung einer Lehrveranstaltung herangezogen werden können.

2.2 Fachdidaktische Überlegungen zu komplexen gesellschaftsrelevanten Themen im Naturwissenschaftsunterricht

Bei der aktionsforschungsorientierten Reflexion über meine Erfahrungen mit Forschendem Lernen und SSI in meinem eigenen Biologieunterricht (Inschlag & Radits, 2014) und als Lehrerbildnerin können vier Herausforderungen identifiziert werden: Unsicherheit von Expertise und Fachwissen, Multidisziplinarität der Themen und des Fachunterrichts (Fächerseparierung), ethische Konflikte bei der Bewertung von Expertisen und Entscheidungsfindung und schließlich Meinung und Argument – Meinungen äußern versus argumentieren. In der Folge werden diese Kategorien im Kontext einiger bewährter fachdidaktischer Konzepte diskutiert.

Fachliche Klärung bei fächerübergreifenden und multidisziplinären Problemstellungen von SSIBL Lernumgebungen wird von Lehrenden und Lernenden als herausfordernd empfunden, weil die Überprüfung der Belastbarkeit wissenschaftlicher Expertise neben naturwissenschaftlicher auch politische, gesellschaftliche und oft technische Fachkenntnis erfordert und Recherche häufig widersprüchliche Expertisen zu Tage bringt. In vielen Bereichen gibt es „richtig“ und „falsch“ auch gar nicht, da entweder noch zu wenige wissenschaftliche Studien vorliegen, oder aber die Zusammenhänge und Vernetzungen derart komplex sind, dass nicht alle Faktoren in einer Studie berücksichtigt werden konnten. Als Beispiel sei hier die aktuelle Diskussion zum Klimawandel angeführt.

Trotzdem ist ein Belastbarkeitscheck wissenschaftlicher Studien angebracht und oft auch für die Entscheidungsfindung nützlich. Böcher & Krott (2014) legen dazu eine praktikable Checkliste vor. Diese ist hilfreich, in der Fülle von Studien zum klärenden Thema seriöse Arbeiten zu erkennen. Dabei ist zu fragen „Ist die nationale und internationale wissenschaftliche Literatur erfasst und ausgewertet? Wird lege artis gearbeitet? Sind Forschungsgang und Ergebnisse nachvollziehbar dokumentiert?“ (S.16). Als weitere Kriterien zur Belastungsprobe wissenschaftlicher Studien werden die Expertise externer Forschender, Kooperationen und Austausch mit anderen Forschungsinstituten, Publikation der Ergebnisse und einige mehr genannt. Es ist zu erwarten, dass die vorgeschlagene Checkliste mehr Quellensicherheit ermöglicht. Dabei kann angemerkt werden, dass die in Österreich eingeführte neue Reifepfung Quellensicherheit als eine wichtige Kompetenz von Schülerinnen und Schülern erachtet (Handreichung des BMBF für bbs 2015, Diplomarbeit neu).

Die fachliche Unsicherheit bedingt, dass auch nach gewissenhaften Recherchen Entscheidungen auf Basis unsicheren Fachwissens zu treffen sind. Im Kontext komplexer gesellschaftlicher Problemkonstellationen, wie sie für SSI typisch sind, werden solche Entscheidungsprozesse oft zu ethischen Herausforderungen.

Als Reflexionsrahmen für die Entwicklung von Handlungs- und Entscheidungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht schlagen Harald Gropengießer & Kattmann (2008) eine forcierte themenspezifische Auseinandersetzung mit Bioethik vor. Technische Innovationen ermöglichen Eingriffe in die Natur des Menschen und in Ökosysteme mit vermuteten und teilweise gut begründeten, dauerhaften Folgen für die menschliche Gesellschaft und die Natur. Dies gilt vor allem für medizinische Themen wie Fortpflanzungstechnologie, Gentherapie oder Sterbehilfe, ökologische Themen wie Biotopzerstörung, Artenschutz oder nachhaltige Ressourcennutzung und persönliche Bereiche der Lernenden betreffende Themenbereiche wie Sexualität oder Umgang mit anderen (z.B. Rassismus).

Solche Themen verweisen auf ein Bündel von ethischen Dilemmata, die die Fachvermittlung nicht ausreichend beleuchten kann. Das ist natürlich nicht befriedigend, denn es geht dabei schließlich in letzter Konsequenz um Handlungsvorschläge, um gutes und richtiges Handeln, wie Bögeholz & Barkmann (2003) feststellen. Sie erstellen zur Bearbeitung des Defizits ein Modell zur Erlangung einer ökologischen Bewertungs- und Urteilskompetenz, das auch für andere SSI genutzt werden kann. Im Kern geht es dabei darum, ökologisches Wissen auf umweltrelevante Werte zu beziehen. Um zu einer Entscheidung über sein Handeln zu gelangen, ist es zunächst wichtig, Fakten und Werte auseinanderzuhalten, was für Schülerinnen und Schüler nicht selbstverständlich ist und entsprechend geübt werden muss. Die unterschiedlichen Werthaltungen der an einem Thema beteiligten Interessensgruppen könnten zum Beispiel in einem Rollenspiel mit Perspektivenwechsel herausgefunden werden. Das Resultat ist ein in der Gruppe ausgehandelter Katalog an Bewertungskriterien, welche dann mit den fachwissenschaftlich begründeten Lösungsmöglichkeiten in Bezug gebracht und überprüft werden (Bögeholz et al., 2004).

Lehrerinnen und Lehrer naturwissenschaftlicher Fächer auf die Gestaltung solcher Lernumgebungen vorzubereiten ist eine große Herausforderung für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Ein radikaler Vorschlag, diese Herausforderung zu meistern, kommt vom Biologiedidaktiker Arne Dittmer (2012). Er schlägt fachintegrierten Ethikunterricht vor. Dieser Ansatz geht weit über bioethische Reflexion und fachdidaktische Aufbereitung bioethischer Themen im Unterricht (Gropengießer & Kattmann, 2008) hinaus und fordert bereits in der Ausbildung aller Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer Qualifikationsmöglichkeiten für einen fachintegrierten Ethikunterricht: Dieser sollte „neben der Stärkung argumentativer und methodischer Fähigkeiten zur expliziten Thematisierung ethischer Fragen auch eine allgemeine Offenheit und Sensibilität für das breite Spektrum ethischer Fragen und Anknüpfungspunkte im naturwissenschaftlichen Unterricht“ fördern (Dittmer, 2012, S. 83). Dittmer diagnostiziert im Biologieunterricht schnelle, intuitive Bewertung ethisch wissenschaftlicher Dilemmata. Demgegenüber gelte es eine reflektierte, philosophisch-ethische Bewertungskompetenz zu vermitteln, um vorschnellem Urteilen vorzubeugen und entsprechend argumentierfähig zu werden. Argumentierfähigkeit bedeutet, wie Dittmer mit Verweis auf Haidt (2001) ausführt, den Bewertungsprozess „bewusst zugänglich und unabhängig vom Kontext logisch überprüfbar mit Argumenten“ zu führen (Dittmer, 2012).

Doch selbst nach dieser Klärung bleiben manchmal Widersprüche bestehen, die als solche auch offen gelegt werden sollten. Man kann aufzeigen, welche Informationen fehlen, mit welchen Argumenten unterschiedliche Interessensgruppen im Diskurs stehen (Ohl, 2013). Die Autorin erwähnt in ihrem Artikel auch Prinzipien im Umgang mit Komplexität und Kontroversität, wie Training von vernetztem Denken, Argumentationsfähigkeit, Quellenbewusstsein, Perspektivenwechsel und die Förderung ethischer Urteilskompetenz. Gerade dann, wenn Widersprüche auftauchen, benötigt man schlüssige Argumente, um seine Ansichten zu untermauern. Toulmin (1996) zeigt in seinem Modell die Zusammenhänge zwischen Argument, Schlussregel, Stützung, Schlussfolgerung und Ausnahmebedingungen. Argumentieren kann in gut geleiteten Diskussionen geübt werden.

Viele Schlüsselprobleme der Menschheit sind interdisziplinär aufgestellt und machen es nötig, über den Tellerrand hinauszuschauen und Problemstellungen nicht im eigenen Fach isoliert zu betrachten. Das dafür erforderliche vernetzte Denken kann in der Schule besonders durch den fächerübergreifenden Unterricht trainiert werden (Labudde, 2008) und findet im Integrationsfach Naturwissenschaften an den BMHS in Österreich seit 2008 ein praktisch großes Feld an Möglichkeiten (Naturwissenschaftliche Bildungsstandards der Berufsbildenden Höheren Schulen). Labudde nennt viele Vorzüge von fächerübergreifendem oder integriertem Unterricht besonders im Bereich der überfachlichen Kompetenzen „...differenziertes Denken, Umweltkompetenz, Ambiguitätstoleranz“ (S. 11) und weist auf hohe Motivation und zusätzlichen Erkenntnisgewinn der Schülerinnen und Schüler hin, welcher sich erst durch die Vernetzung der Fächer ergibt.

Es wurde in der vorliegenden Arbeit bereits mehrmals dargelegt, dass gesellschafts- und unterrichtsrelevante Problemstellungen nicht mit dem Verweis auf verlässliches Fachwissen abgehandelt und entschieden werden können. Man bewegt sich als Lehrerin bzw. Lehrer auf unsicherem Terrain. In der Bildung für Nachhaltige Entwicklung, Umweltbildung, Fachdidaktik und in der Politischen Bildung werden Methoden und Modelle, die bei der Gestaltung von SSIBL orientiertem Unterricht nützlich sein können, angeboten. Zwei für die Entwicklung der SSIBL-Lehrveranstaltung wichtige Ansätze werden in der Folge kurz skizziert.

2.2.1 Umgang mit Interdisziplinarität, Komplexität und systemischer Vernetzung: Der Syndromansatz

Eine Möglichkeit mit komplexen und kontroversen Themen sowie systemarem Nicht-Wissen umzugehen, bietet der Syndromansatz von Dorothee Harenberg (2002), der auf der Basis des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) typische Problemkonstellation identifizierte, mit reichlich Unterrichtsmaterial ausstattete und didaktisch zusammenfasste. Die Syndrome heißen zum Beispiel das „Sahel-Syndrom“, in dessen Kern landwirtschaftlich nur begrenzt nutzbare Flächen mit unabsehbaren gesellschaftlichen und ökologischen Folgen und Verquickungen stehen. Ähnlich ist es beim „Dust-Bowl-Syndrom“, bei dem allerdings von fruchtbaren landwirtschaftlichen Flächen ausgegangen wird.

Während derartige gesellschaftlich relevante Problemstellungen vom Typ einer SSI in der gängigen Unterrichtspraxis häufig an Hand eines aktuellen Ereignisses oft nur als Einstieg und Motivationsimpuls in ein naturwissenschaftliches Thema verwendet werden und damit isoliert bleiben, hilft der Syndromansatz beim strukturierten Verknüpfen eines gesellschaftlichen Problems mit verschiedenen Expertisen und interdisziplinären Fachinhalten. Deren Reflexion lässt Ursache-Wirkungs-Beziehungen und lokale wie globale Zusammenhänge erkennen. Die Arbeit mit dem Syndromansatz im Unterricht ist problemorientiert und beschreibt Lösungsansätze, welche durch das Heranziehen unterschiedlicher Bewertungssysteme Entscheidungshilfe im Meinungsbildungsprozess sein kann.

Die Syndromidentifizierung geschieht nach Harenberg in drei Schritten:

- (1) Erstellung des Beziehungsgeflechts auf Basis von Literatursichtungen (Messdaten, Fallstudien etc.) und -zusammenfassungen;
- (2) Diagnostischer Teil: Datengestützte globale Verortung, Ermittlung vulnerabler Regionen (Disposition), Diagnose der Syndromintensität;
- (3) Prognostischer Schritt: Darstellung von Dynamiken und Zeitverläufen mit Hilfe qualitativer Differentialgleichungen, Modellierung von unterschiedlichen Entwicklungsmöglichkeiten (Harenberg 2002).

Die Bearbeitung eines Syndroms, es gibt insgesamt sechzehn davon, hilft – wie weiterführende Arbeiten zeigen – Schülern und Schülerinnen, sich besser in der Flut von Informationen zu orientieren, Argumente zu finden, die trotz unsicheren Wissens eine Voraussetzung dafür darstellen, diskurs- und sozial handlungsfähig zu sein (Cassel-Gintz & Bahr, 2008)

2.2.2 Übersicht gewinnen: *Mapping Controversies* – Landkarte der Kontroverse

Mapping Controversies wird in sehr unterschiedlichen Praxisfeldern eingesetzt. Durch iterative Analyse des Felds wird eine „Landkarte der Kontroverse“ erstellt. Sie soll den Status Quo des gesellschaftlich und naturwissenschaftlich relevanten Konfliktfelds der Kontroverse erfassen. Der Ansatz geht auf Bruno Latours Actor Network Theory (ANT) zurück (1979; 1999b; 2005). In der vorliegenden Arbeit folgen wir der Adaptierung der Methode durch Venturini (2009). Die Analysehaltung zum Geschehen im „Feld“ ist offen, aufmerksam, eher beobachtend als erklärend. Als „Actor“ gelten einzelne Menschen oder auch eine Gruppe, eine Institution, ein Naturobjekt, eine Ideologie oder ein Produkt, eine Ware, Geld oder ein Gebäude. In der Studie „Learning about a fish from an ANT“ von Clayton Piercé (2013) werden ein transgener Lachs, aber auch seine Gendonatoren, die genetischen Labors, Aktiengesellschaften, das Meer, die Biozönosen etc. als Akteure identifiziert und in Beziehung gesetzt. Diese werden über einen längeren Zeitraum beschrieben. Die Daten dazu stammen aus der Recherche. Berücksichtigt werden alle Akteure/Akteurinnen in ihren Interaktionen, Konflikten und mit ihren jeweiligen Interessen. Komplexität wird nachvollziehbar und diskutierbar. Die Produkte der Recherche werden verdichtet und können graphisch auf einer Landkarte (Plakat, Tafelbild...) oder auch szenisch im Raum dargestellt werden. Vor allem letzteres ermöglicht bei Studierenden und Lehrenden wiederholten Perspektivenwechsel, der hilft das „Thema“ in seiner Tiefe zu erfassen. Das Mapping garantiert Übersichtlichkeit und Transparenz. Entscheidungen zur Bewertung des Konflikts fallen bei bewusster

Unsicherheit auf Basis gut begründeter Argumente und überschaubarer emotionaler und ethischer Gestimmtheit (Radits, 2012).

3 Konzept der Lehrveranstaltung: Aktionsforschung

Das theoretische Konzept der Lehrveranstaltung wurde in dem vom Österreichischen Wissenschaftsfonds (FWF) geförderten Forschungsprojekt Umweltbildung in der Lehrerbildung (Posch, Rauch & Kreis, 2000; Elster et al., 2000; Radits & Allabauer, 2006) entwickelt und orientiert sich an vier Prinzipien: (1) Alle Beteiligten (Leiter und Leiterin der Lehrveranstaltung, Pre- und Inservice Teacher, Praxislehrer/innen, Schülerinnen und Schüler) nehmen aktiv Einfluss in die Gestaltung der Unterrichtsprojekte; (2) Gestalten und Lernen erfolgt an einem komplexen, gesellschaftlich relevanten wissenschaftlichen Problemfeld in Verbindung mit Unterrichtspraxis; (3) Lehrveranstaltung und Unterricht folgen in ihrer Didaktik dem Forschenden Lernen; (4) Kollegiales Feedback und systematische Reflexion der Erfahrungen vertiefen die Lernprozesse der Studierenden. Die in dieser Studie entwickelte Lehrveranstaltung wird im Rahmen der Biologielehrerinnen- und Biologielehrausbildung an der Universität Wien im Verbund mit der Pädagogischen Hochschule Niederösterreichs teilweise geblockt angeboten. Sie ist mit 4 ECTS bewertet. Plenare Veranstaltungen umfassen drei bis fünf 45 Minutenblöcke. Die Studierenden setzen sich am Beginn mit dem theoretischen Rahmen von SSIBL, mit exemplarischen Konfliktfeldern an Flüssen und dem Ansatz des Forschenden Lernens auseinander. Parallel zur Identifizierung eines konkreten SSI für ihr eigenes Projekt wählen sie eine Klasse für die Durchführung eines Unterrichtsprojekts aus. Die Planung dieses Projekts geschieht in Kooperation mit der Klassenlehrerin/dem Klassenlehrer. Die Durchführung des Projekts wird von den Studierenden dokumentiert und systematisch reflektiert. In der Lehrveranstaltung wird die Unterrichtstätigkeit der Studierenden durch Präsentationen, Inputs und kollegiales Feedback begleitet.

4 Aktionsforschungsorientierung der Entwicklung

Aktionsforschung ist das Werkzeug zur Weiterentwicklung und Implementation des Projektpraktikums im neuen Curriculum für Biologielehrer und -lehrerinnen der Sekundarstufen und zur Professionalisierung des Leitungsteams. Um die eigenen Erfahrungen als Lehrerin und Lehrerbildnerin zu erweitern und ergänzen, soll in einem ersten Schritt die Expertise SSI-erfahrener Lehrerinnen und Lehrer dokumentiert und analysiert werden. Die Ergebnisse der Gespräche fließen in die Planung und Durchführung der Lehrveranstaltung ein. Ziel ist es, die Qualität der Lehrveranstaltungen zu verbessern und in den neuen Rahmen der Sekundarstufenausbildung in Wien zu implementieren. Aktionsforschung wird dabei als Forschungsstrategie gesehen, in der Entwicklungs- und Erkenntnisinteresse verbunden werden. Aktion (Handlung) und Reflexion (Erkenntnisgewinnung) werden iterativ forciert und aufeinander bezogen. Reflexionsräume entstehen im Leitungsteam, in der Lehrveranstaltung und in der Auseinandersetzung mit den externen Expertinnen und Experten.

5 Forschungsfragen

- (1) Welche Herausforderungen identifizieren erfahrene Lehrerinnen und Lehrer beim Unterricht mit SSI?
- (2) Welche Unterstützung benötigen Lehrer/innen für den SSI zentrierten Unterricht?
- (3) Welche Konsequenzen ergeben sich aus Perspektive der Experten-Interviews für das Lehrveranstaltungsmodell?

6 Methode

Die zur Klärung der Forschungsfragen angewandten Methoden sind durchwegs qualitativ und orientieren sich an der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2008) und Gropengießer (2008). Im Mittelpunkt der Datenerhebung stehen Experteninterviews (Bogner et al., 2014; Gläser & Laudel, 2010). Wie bereits erwähnt werden erfahrene Lehrerinnen und Lehrer als Experten/Expertinnen in der Gestaltung von Inquiry Lernumgebungen zu komplexen Themen in von einander unabhängig geführten Leitfaden-Interviews befragt.

Der Interview-Leitfaden ist explorativ angelegt. Kategorien sind zum Beispiel: Unterrichtspläne, handlungsleitendes Wissen und zugrunde liegende Einstellungen und Haltungen, Chancen oder Unterstützungswünsche und Fortbildungsveranstaltungen. Es wurden fünf Expertinnen und Experten aus einer Gruppe mit ähnlichem Erfahrungshintergrund nach Zufallskriterien ausgewählt. Wir erwarten mit fünf Befragten eine theoretische Sättigung (Bogner et al., 2014). Die Interviews wurden aufgezeichnet und transkribiert.

Weitere Perspektiven werden, in Anlehnung an eine Triangulation, durch die Analyse der von den Lehrveranstaltungsleitern/-leiterinnen erstellten Dokumentationen und der Aufzeichnungen aus der teilnehmenden Beobachtung der laufenden Lehrveranstaltung und des Projektunterrichts gewonnen. Diese Mehrperspektivität ist eines der Qualitätskriterien für Aktionsforschung (Altrichter & Posch, 2007).

Die Datenanalyse stützt sich auf induktive und deduktive Kategorien. (Gropengießer, 2005; 2008). Daraus wird schließlich eine dichte Beschreibung der Ziele, Unterrichtspläne und Methoden, sowie der Hindernisse und Chancen verfasst. Das gesamte Design orientiert sich an der Fallstudienarbeit. Es wird dem Forschungsziel folgend ein theoretisches Modell für eine konkrete Lehrveranstaltung im lokalen Kontext, das nur sehr bedingt generalisierbar ist, gesucht (Yin, 2003; Altrichter & Posch, 2007)

7 Ergebnis

Zunächst wird die Perspektive der Experten/Expertinnen auf SSIs als Themenfeld im Unterrichtsgeschehen beleuchtet, dann werden die Hindernisse und Chancen, die Lehrende bei diesen Themen sehen, beschrieben und schließlich werden die in Gesprächen und Interviews geäußerten Ideen zur Unterstützung für Lehrende dargestellt.

Zitate aus den Interview-Transkripten werden kursiv gesetzt. Zitate aus der Unterrichts- oder Lehrveranstaltungsbeobachtung werden zwischen „Anführungszeichen“ gestellt.

7.1 SSIs im Unterricht

Akzeptanz von SSI als Unterrichtsthema

Die Interviewten haben bereits SSI-Themen im Unterricht behandelt und werden dies auch in Zukunft machen. Die Erfahrungen werden generell als positiv klassifiziert.

Unterrichtsrelevante SSI-Themenstellungen

Genannt werden: *Wasserwirtschaft, das Handy als Ware – vom Rohstoff bis zur Entsorgung, Plastik, Gentechnik, Gesundheitsthemen, Sexualität, Wald, Klimawandel, Pharmaindustrie und Cholesterin, Genderthemen, Nutzung der Meere, Fortpflanzungsmedizin, Elektromobilität oder Windkraftnutzung, Energie.*

Unterrichts-Ziele

Nachdenken über eine Problemstellung wird von den Lehrenden sehr häufig als Ziel genannt. Genauso wichtig ist es den Studienteilnehmern/-teilnehmerinnen, einen Meinungsbildungsprozess in Gang zu setzen, bei welchem Fragen gestellt werden und Wissen aufgebaut wird, um selbst Stellung nehmen und seine Ansichten auch begründen zu können. Gleichzeitig wollen aber alle Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen, dass Schüler und Schülerinnen *Toleranz gegenüber anderen Meinungen entwickeln* und zu einer fachlichen Diskussion fähig sind. Einer der Befragten nennt als Wunschziel sogar eine Veränderung des Verhaltens, relativiert seinen Wunsch jedoch, indem er dies als schwierig darstellt, da seiner Theorie nach *Jugendliche gesellschaftlichen Zwängen unterliegen*.

Erwartungen – Unterrichtsertrag

Die Antworten auf die Frage, was die Lernenden durch die Behandlung solcher Themen aus dem Unterricht mitnehmen sollen, fallen relativ einheitlich aus. Genannt werden fast immer: *Vorsicht bei unsicherem Wissen, das Erkennen und „Fühlen“ der Komplexität, das Vermeiden der Bildung einer vorschnellen Meinung, die Toleranz anderen Meinungen gegenüber und „dass Wissenschaft nicht immer eine Antwort hat und dass sich selbst momentane Wahrheiten oft wieder verändern können, wenn es neue Erkenntnisse gibt“.*

7.2 Lernumgebungen: Unterrichtseinstiege, Unterrichtspläne und Methoden

Die Unterrichtspläne der Lehrerinnen und Lehrer sind sehr verschieden angelegt. Es werden im Folgenden die Ergebnisse zu einzelnen Unterrichtsphasen dargestellt:

Unterrichtseinstieg

Zwei Probandinnen starten mit fachlicher Klärung, durch Klärung von Begriffen, Lehrvortrag oder mit einem informativen Video. Zwei andere greifen einen medial dokumentierten konkreten Problemfall (Zeitungsartikel, Internet) auf. Auch ein Expertenvortrag wird erwähnt. Einer der Befragten startet mit einer Sequenz zur Emotionalisierung der Lernenden und begründet diesen Einstieg: *...nur dann, wenn sie was berührt, entwickeln sie Interesse und beschäftigen sich wirklich damit.* Er verwendet als Einstieg Bilder oder Videos, welche starke Emotionen wecken.

Methoden im Unterricht

Die durch die Expertinnen und Experten erprobten Methoden sind vielfältig. Sie reichen vom klassischen Lehrvortrag, über Lehrer-Schüler-Dialog, Stationenbetrieb, Gruppenarbeit und Diskussion (z.B. Podiumsdiskussion), Mindmapping, Rollenspiel bis zu spezifischen Unterrichtssettings, wie eCOOL, Inquiry Learning oder Projektunterricht. Unter eCOOL versteht man eine eLearning unterstützte Version des COOL-Prinzips (cooperativ, offenes Lernen, <http://www.cooltrainers.at>).

Ergebnissicherung

Plakate, Tafelbilder und Mind-Maps, sowie die schriftliche Aufzeichnungen werden je zweimal genannt. Daneben werden Arbeitsblätter und Reflexion verwendet.

7.3 Herausforderungen beim Unterricht zu SSI Themen

Kontroversen als Lernhindernis von Schülerinnen und Schülern

Lehrer- und Lehrerinnen gehen davon aus, dass es den Lernenden nicht leicht fällt, sich *im Wald der widersprüchlichen Meinungen zurecht zu finden*, und sie aufgrund der Überforderung zu *Vereinfachung neigen und glauben, was sie leicht im Internet finden können.*

Unsicheres Wissen verunsichert bei der Meinungsbildung

Vier der fünf befragten Lehrerinnen und Lehrer berichten von Problemen, die Lernende mit unsicherem Wissen haben. Eine Lehrerin zitiert eine Schülerin: *„...na super der eine Wissenschaftler sagt so der andere so, was stimmt nun?“*. Konkret löse unsicheres Wissen Unbehagen und Frust aus. Wenn die von der Wissenschaft erwarteten eindeutigen Antworten fehlen, wird – so beobachten die Lehrenden – der Meinungsfindungsprozess schwierig. Ähnlich äußern sich Schülerinnen und Schüler im beobachteten Unterricht: *„Wenn’s nicht mal die [Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler] wissen, wie soll ich dann eine Entscheidung treffen“*. (Protokoll: Unterrichtsbeobachtung).

Die Bewertung der „Richtigkeit“ von wissenschaftlichen Studien durch die Lehrerinnen und Lehrer

empfinden alle Befragten für sich selbst als sehr schwierig. Eine Lehrerin vertritt dazu die Theorie, dass Studienergebnisse davon abhängen, von wem die Studie bezahlt wird. Eine Lehrerin meint, dass Journalisten/Journalistinnen Informationen, wissenschaftliches Wissen und Sachverhalte oft verfälscht wiedergeben, weil sie sie selbst nicht richtig verstehen. Zwei der Lehrenden erwähnen auch die Interdisziplinarität als große Herausforderung und auch als Ursache für Verunsicherung. Generell brauchen SSI-Lehrende, so eine Probandin, eine Kompetenz, und zwar *den Mut zugeben zu können, dass man nicht alles weiß.*

Expertensprache versus Alltagssprache als Lernhindernis von Schülerinnen und Schülern

Konkret bei der Formulierung von Fragestellungen, aber auch beim Verständnis des fachlichen Kerns des Problems, nennen zwei der Probanden spezifische Fachausdrücke und Differenzen beim Wortschatz von Schüler- und Expertensprache. Ein Studienteilnehmer bezeichnet die Wissenschaftssprache direkt als Hindernis. Schülerinnen und Schüler äußern sich im Unterrichtsgespräch ähnlich: *Wissenschaftler bedienen sich einer „geschwollenen und komplizierten Sprache“* und an anderer Stelle: *„Können’s das nicht gleich einfacher sagen? Warum muss das so kompliziert ausgedrückt sein? Ich glaub die wollen nicht, dass das ein Normaler (Mensch) auch versteht“* (Protokoll: Unterrichtsbeobachtung).

Gesellschaftlich und einmal religiös vorgefasste Meinungen

der Lernenden werden von einer Probandin als Lernhindernis genannt.

Organisatorische Hindernisse

Der Faktor Zeit, die Einhaltung des Lehrplanes und die Stundenplanstrukturen werden von allen Studienteilnehmern genannt.

7.4 Unterstützende Themen für die Fortbildung zu SSI-Themen aus der Perspektive der Lehrenden

Gute informiert zu sein und viel zu wissen ist aus der Sicht der befragten Lehrerinnen und Lehrer die Zielperspektive der von ihnen erwarteten fachlichen Unterstützung. Daneben werden aber auch fachdidaktische und pädagogische Unterstützungswünsche und Fortbildungsinhalte formuliert:

Fachdidaktik: ausgearbeitete Fallbeispiele, interessante, packende Einstiege, gutes Material

Fachlich: seriöse verständliche Studien, Exkursionen mit fachlichem Input, wissenschaftliche Vorträge

Pädagogisch: Persönlichkeitsbildung, Moderations- und Mediationsausbildung

8 Diskussion

Die folgende Diskussion der Ergebnisse konzentriert sich – dem Forschungsziel folgend – auf die Weiterentwicklung des Lehrveranstaltungsmodells „Projektpraktikum – Konflikte an Fließgewässern“ durch das Leitungsteam. Wir reflektieren dazu die eben dargestellten Ergebnisse (zitiert als E/1 bis E/4) vor dem Hintergrund des theoretischen Rahmens der Lehrveranstaltung und identifizieren darauf aufbauend vier Entwicklungsfelder für deren weitere Modellierung.

8.1 Die bildungspolitische Kraft von kontroversen, gesellschaftlich relevanten Biologie-Themen motiviert Lehrerinnen und Lehrer

Die hohe Akzeptanz breitgestreuter und notwendig komplexer SSI Themen (E/1) für den Biologieunterricht der befragten Lehrerinnen und Lehrer ist zunächst überraschend und widerspricht einigen Befunden eingangs zitierter Arbeiten (Crawford, 2000; Klein, 2013). Folgt man den Befunden unserer Studie, so zeigt sich, dass vor allem der vermutete und erfahrene Bildungswert von gesellschaftlich relevanten, kontroversen Unterrichtsthemen, die Lehrenden zur Arbeit mit SSI-Themen motivierte (E/1). Sie argumentieren mit dem Bildungswert solcher Themen. Diese ermöglichten mit dem erworbenen fachlichen Wissen fundierte Diskussionen zu führen und Ansichten zu begründen. Weiters könnten Lernende lernen, unterschiedliche Wissensangebote (journalistische Information, wissenschaftliche Studien...) abzuwägen und Toleranz zu üben (E3, E1). Darüber hinaus trete in den Konfliktsituationen gesellschaftlich relevanter Probleme der mitunter vorläufige und auch fachlich unsichere Charakter des Wissens zu Tage. Das fördere nach Erfahrung der Lehrenden tolerante Haltungen (E1). Die bildungstheoretische Ausrichtung, die die Interviewpartner/innen hier erkennen lassen, ist im Kern ein *Scientific Literacy* Konzept, das auf Kompetenzen und Werte verantwortlicher Bürger und Bürgerinnen abzielt (Holbrook & Rannikmae, 2009), wie in der Einleitung ausgeführt.

8.2 Reflexion über Wissen und Wissenschaft ist angebracht

Der Umgang mit unsicheren, widersprüchlichen Wissensbeständen und die Differenz zwischen Alltags- und Fachsprache verunsichern Lehrende und Lernende und behindern den Unterricht zu SSI.

Die positive Bewertung der Potentiale von kontroversen Themen im Unterricht ist jedoch nicht ungebrochen. Die Teilnehmer/innen an der vorliegenden Studie bewerten Kontroversen beim Rückblick auf ihren Unterricht als verunsichernd und als Lernhindernis für Schülerinnen und Schüler (E/3). Konkrete verunsichernde Faktoren sind das Fehlen von tauglichen Kriterien für die Beurteilung der Belastbarkeit von Fakten, Sachverhalten und Expertisen in komplexen und kontroversen Problemlagen. Hinter dieser Verunsicherung steht der spürbare Wunsch der Lehrenden an sich selbst, viel Sicheres zu wissen und an das „Fachwissen“, klar zu sein und Entscheidungen zu unterstützen.

Beim Abgleichen dieser Daten aus den Interviews mit den Unterrichtsbeobachtungen zeigt sich, dass Schülerinnen und Schülern ähnliche Erwartungen an Wissen und Wissenschaft haben (E/3). In Bezug auf die Widersprüchlichkeit wissenschaftlicher Expertisen und die unsicheren Wissensbestände der *controversial*

socio-scientific issues (Levinson, 2006) haben Levinson et al. (2016) vorgeschlagen, im Unterricht SOCIO SCIENTIFIC ISSUES im Modus von INQUIRY BASED LEARNING (SSIBL) zu erarbeiten. Dazu müssen Reflexionsräume für *Nature of Science* (Abd-El-Khalick, 2012) geöffnet werden. Denn wie Abd-El-Khalick & Lederman (2000) und Abd-El-Khalick et al. (2004) eindrucksvoll nachweisen, lernen Studierende bei Inquiry-Aktivitäten nicht automatisch über die Charakteristika naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung, sondern erst durch eine sorgfältig eingerichtete Lernumgebung: „Carefully planned and structured opportunities for reflection on inquiry experiences are needed to achieve desired NOS understandings“ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000). Wie die Ergebnisse unserer Studie (E/2) zeigen, sind Elemente solcher Lernumgebungen in den berichteten Unterrichtsplänen berücksichtigt: Podiumsdiskussion, Diskussion mit Expertinnen und Experten, Lektüre unterschiedlicher Studien zum Thema, selbständiges *Inquiry* durch die Schüler und Schülerinnen, Rollenspiel oder *mapping* haben das Potential, Lerngelegenheiten zur Frage der Natur des naturwissenschaftlichen Wissens, seiner Sicherheit und Belastbarkeit zu eröffnen. Vor allem das *Mapping of Controversies* nach der *Actor Network Theory*, ANT (Latour, 2004; 2005; Venturini, 2008) ist für die Auseinandersetzung mit den Expertisen nützlich.

Die Analyse der Interviews mit den Experten und Expertinnen und der Unterrichtsbeobachtungen zeigt noch ein weiteres, eng mit dem Wesen naturwissenschaftlichen Wissens verknüpft Problemfeld auf: Die häufig stark von der Umgangs- oder Schulsprache abweichende Wissenschaftssprache. Der Wunsch nach verständlicher Sprache wird von Lernenden und Lehrenden gleichermaßen geäußert. Nun ist die Fachsprache jeder Wissenschaft notgedrungen abstrakt und damit das Verständigungsproblem systemimmanent, ein Aspekt von *Nature of Science* und nur mit fachdidaktischer Anstrengung zu lösen. Ansätze dazu werden in den Ergebnissen sichtbar: Diskussion mit Expertinnen und Experten, vergleichende Lektüre unterschiedlicher Studien zum Thema (E/3; E/2), begleitende Reflexion der Fachbegriffe, Formulierung von Statements in verständlicher Unterrichtssprache (Levinson, 2016).

8.3 Gestaltung- und Entscheidungskompetenz braucht ethische Reflexion und politische Bildung

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die befragten Lehrerinnen und Lehrer den ethischen und politischen Dimensionen der SSI-Themen große Bedeutung beimessen. Wie gezeigt werden ethische und politische Bildungsziele formuliert (E/1). In den Lernumgebungen wird eigenständige Meinungsbildung, Argumentation und Toleranz gegenüber anderen Positionen forciert. Einige Lehrerinnen und Lehrer wählen die Methode „Rollenspiel“ um die Kontroverse „erlebbar“ zu machen und die Schüler/innen in eine angeregte Diskussion zu bringen (E/2). Diese Methode hilft, unterschiedliche Werthaltungen der Interessensgruppen darzustellen (Bögeholz et al., 2004) und ermöglicht nicht nur die kognitive, sondern auch emotionale Auseinandersetzung mit den Widersprüchen eines kontroversen und ethisch bzw. politisch umstrittenen Themas wie Umweltschutz, Gentechnik oder Gesundheit (Killermann et al., 2013). Wie in den theoretischen Überlegungen dieser Arbeit gezeigt, kann aber das erklärte Bildungsziel, Entscheidungs- und schließlich Gestaltungskompetenz zu erlangen, nur erreicht werden, wenn analog zur Auseinandersetzung um den Charakter der naturwissenschaftlichen Expertisen Räume und Zeit zur systematischen Auseinandersetzung mit Wissen, Werten und Entscheidungen geschaffen werden. Das Rahmenmodell zur Erlangung einer Bewertungs- und Urteilskompetenz (Bögeholz et al., 2004) kann dabei nützlich sein. Die von den Interviewpartnern/-partnerinnen mehrfach angesprochenen Probleme beim Umgang mit interdisziplinärem Wissen in unübersichtlichen Problemfeldern, werden im Syndromansatz (Harenberg, 2002; Cassel-Glantz & Bahr, 2008) thematisiert und didaktisch hilfreich gestaltet.

8.4 Hilfe bei der Implementierung von SSIBL in die Unterrichtsplanung

Eine intensive Auseinandersetzung mit Lehrplänen, einschlägigen Erlässen und den Bildungsstandards hilft bei der Implementierung von SSIBL in die Unterrichtsplanung.

Die Rahmenbedingungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht werden von Lehrenden als nicht unterstützend empfunden, wie die Ergebnisse (E4) zeigen. Angeführt werden das nach wie vor weit verbreitete „Fünfzig Minuten Schema“ des Unterrichts sowie der Druck, den verordnete Bildungsstandards und die neue Reifeprüfungsverordnung erzeugen. Die Expertinnen und Experten bestätigen damit Erfahrungen, über die wir bereits in der Studie über Authentisches Forschendes Lernen berichteten (Inschlag & Radits, 2014).

Die für diese Studie vorgenommene intensive Auseinandersetzung mit behördlichen Vorgaben, wie Lehrpläne und für den Biologieunterricht besonders relevante Erlässe, ergeben allerdings ein anderes Bild. Fast

alle unterstützen das Forschende Lernen zu SSI-Themenstellungen und dessen didaktische Begründung. Der Projekterlass oder der Erlass für Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung ermöglicht auch strukturelle Maßnahmen, wie die Zusammenlegung von Stunden oder einen Schulentwicklungsprozess zur projektorientierten Schwerpunktsetzung.

Trotzdem sind die in den Ergebnissen dokumentierten Bedenken genauer zu reflektieren. Ähnliche Bedenken bezüglich struktureller Beschränkungen bei vergleichbaren Themen und anspruchsvollen Lernarrangements sind in vielen Studien von Praktikerinnen und Praktikern zu finden (Radits et al., 2006; 2015). Sie sollten nicht mit dem Verweis auf konkrete Lehrplaninhalte und Erlässe abgetan werden. Es fehlen allerdings vergleichende Studienergebnisse, die den Druck, den Lehrerinnen und Lehrer haben, die über einen größeren Zeitraum komplexe Unterrichtsvorhaben wie SSIBL umsetzen, näher spezifizieren. Zwei Zugänge werden hier kurz thesehaft skizziert und zur Diskussion gestellt:

Erstens: Die Umstellung der Bildungssteuerung auf Output-Messungen, etwa über Kompetenzmessungen, Bildungsstandards (Helmke, 2002) oder neue Reifepfungsregelungen, erzeugen einen realen oder symbolischen Druck, der genau abgegrenzten, auf die Erfüllung von standardisierten Aufgabenstellungen ausgerichteten Unterricht fördert.

Zweitens: In der Lehreraus- und -fortbildung (auch für Administratoren und Administratorinnen, Direktoren und Direktorinnen) wird zu wenig an der Kompetenz zur Implementierung von Unterrichtsformen vom Typ SSIBL in das Klassencurriculum (Unterrichtsplanung) gearbeitet.

9 Resümee

Die empirischen Befunde und deren theoretische Reflexion zeigen einige Entwicklungsfelder der Lehrveranstaltung „Projektpraktikum zu Konflikten an Fließgewässern“ auf. Der Unterricht zu kontroversen, gesellschaftlich relevanten Biologie-Themen sollte stärker als wesentlicher Beitrag zur naturwissenschaftlichen Bürgerbildung erkennbar werden. Nicht zuletzt deswegen sind im Inquiry-Teil des Projektpraktikums ausreichend Reflexionsräume für die Auseinandersetzung mit Wissen und Wissenschaft (*Nature of Science*) und ethischen, politischen Fragen als Voraussetzung für den Erwerb von Gestaltungs- und Entscheidungskompetenz zu schaffen. Eine Stärke des Projektpraktikums ist traditionell die enge Verbindung des Lernens im Seminar mit der Planung, Durchführung und Reflexion des eigenen Unterrichts in der Schulpraxis. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie legen nahe, durch eine intensive Auseinandersetzung mit Lehrplänen, einschlägigen Erlässen und den Bildungsstandards, die angehenden Lehrerinnen und Lehrer zu ermutigen, den eben entwickelten eigenen SSIBL zu einem Fixbestand ihres künftigen Unterrichts zu machen.

Literatur

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.

Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R. A., Hofstein, A., Lederman, N. G., Mamlok, R., et al. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.

Abd-El-Khalick, F., (2012). Teaching With and About Nature of Science, and Science, Teacher Knowledge Domains. *Science and Education*, 22(9).DOI 10.1007/s11191-012-9520-2.

Altrichter, H., Posch, P., (2007). Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht: Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Bogner, B., Littig, W. M., (2014). Interviews mit Experten: Eine praxisorientierte Einführung. Springer VS.

Böcher, M., Krott, M., (2014). Mit Wissen bewegen! Erfolgsfaktoren für Wissenstransfer in den Umweltwissenschaften. München: oekom.

Bögeholz, S., Barkmann, J., (2003). Ökologische Bewertungskompetenz für reale Entscheidungssituationen: Gestalten bei faktischer und ethischer Komplexität“. *DGU-Nachrichten*, 27/28(Jahresheft), 44-53.

- Bögeholz, S., Höhle, C., Langlet, J., Sander, E., Schlüter, K., (2004). Bewerten – Urteilen – Entscheiden im biologischen Kontext: Modelle in der Biologiedidaktik“. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 88-114.
- Bybee, R. W., (2002). Scientific Literacy Mythos oder Realität? In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Eds.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (1. ed. pp. 21-43). Opladen: Leske + Budrich.
- Cassel-Gintz, M., Bahr, M., Matthias (2002). Syndrome globalen Wandels. *Praxis Geographie*, 6/2008, 4.
- Crawford, B. (2000). Embracing the Essence of Inquiry: New Roles for Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 916-937.
- de Haan, G. (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept für Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann & G. de Haan (Hg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 23-43). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Dittmer, A., Gebhard, U., (2012). Ethik im naturwissenschaftlichen Unterricht aus sozial-intuitionistischer Perspektive. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 81-98.
- Elster, D., Fliegenschnee, M., Pass, G., Schelakovsky, A., (2000). Student/innen als aktive Partner/innen in Schulprojekten. In P. Posch, F. Rauch, I. Kreis (Hrsg), *Bildung für Nachhaltigkeit. Studien zur Vernetzung von Lehrerbildung, Schule und Umwelt* (S. 62-99). Innsbruck, Studienverlag.
- Gläser, J., Laudel, G., (2010). Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse (4. Auflage). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gropengießer, H. & Kattmann, U., (2008). Fachdidaktik Biologie, begründet von D. Eschenhagen, U. Kattmann & D. Rodi (8. Auflage). Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Gropengießer, H., (2008). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. In P. Mayring, M. Gläser-Zikuda (Hg.), *Die Praxis der qualitativen Inhaltsanalyse* (S. 172-189). Weinheim, Basel: Beltz.
- Haidt, J. (2001). The Emotional Dog and Its Rational Tail. A Social Intuitionist Approach to Moral Judgement. *Psychological Review*, 108(4), 814-834.
- Harenberg, D., (2002). Syndrome globalen Wandels als überfachliches Unterrichtsprinzip. BLK-Programm „21“, Koordinierungsstelle freie Universität Berlin.
- Helmke, A., (2002). Kommentar: Unterrichtsqualität und Unterrichtsklima: Perspektiven und Sackgassen. *Unterrichtswissenschaft*, 3, 261-277.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M., (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Inschlag, E., Radits, F., (2014). Authentisches Forschendes Lernen zu Themen der Meeresbiologie aus der Perspektive einer Lehrerin. *R&E-SOURCE*, 2. Online verfügbar unter <http://journal.ph-noe.ac.at>.
- Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B., (2013). Biologieunterricht heute, eine moderne Fachdidaktik. Donauwörth: Auer.
- Klein, B., (2013). Authentisches Forschendes Lernen im Biologieunterricht. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Labudde, P., (2008). Naturwissenschaften vernetzen, Horizonte erweitern, fächerübergreifender Unterricht konkret. Seelze-Velber: Klett.
- Latour, B., (2005). Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory. Oxford: Oxford University Press.
- Latour, B., (2004). Politics of nature: how to bring the sciences into democracy. Translated by Catherine Porter. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Levinson, R., (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues.
- Levinson, R., (2016). Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education. Theoretical framework of the FP7-EU-Project PARRISE (Project No.612438). London.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse (11 ed.). Weinheim: Beltz UTB.
- Ohl, U., (2013). Komplexität und Kontroversität, Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. *Zeitschrift Praxis Geographie*, 3, 4-8.
- Pierce, C., (2013). Learning about a fish from an ANT: actor network theory and science education in the postgenomic era. *Cultural Studies of Science Education*. DOI: 10. 54-. 10.1007/s11422-013-9498-3.

- Radits, F. & Allabauer, K., (2006). Complex Environmental Knowledge in Teacher Education. In R. Kyburz-Graber, P. Hart, P. Posch & I. Robottom (Eds.), *Reflective Practice in Teacher Education - Learning from Case Studies of Environmental Education* (pp. 167-182). Bern, Berlin, Brüssel, Frankfurt, New York, Oxford, Wien: Lang.
- Radits, F., (2012). Biologie und naturwissenschaftliche Bildung. In R. Fischer, U. Greiner & H. Bastel (Hrsg.), *Domänen fächerorientierter Allgemeinbildung* (S. 115-129). Linz: Trauner.
- Radits, F., Rauch, F., Soukup Altrichter, K. & Steiner, R., (2015). Professionalisierung von Lehrenden und Institutionsentwicklung an Pädagogischen Hochschulen im Lehrgang Bildung für Nachhaltige Entwicklung in der Lehrer- und Lehrerinnenbildung. Konzept und Studien aus BINE 2012-2014. *R&E-SOURCE, Sonderband*. Online verfügbar unter <http://journal.ph-noe.ac.at>.
- Posch, P., Rauch, F., Kreis, I., (2000). Bildung für Nachhaltigkeit, Studien zur Vernetzung von Lehrerbildung, Schule und Umwelt, Innsbruck :StudienVerlag.
- Posch, P., Rauch, F. & Mayr, J., (2009). Forschendes Lernen in der Lehrerfortbildung. In B. Roters, R. Schneider, B. Koch-Priewe, J. Thiele & J. Wildt (Hg.), *Forschendes Lernen im Lehramtsstudium. Hochschuldidaktik, Professionalisierung, Kompetenzentwicklung* (S. 196-220). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Rauch, F. (2005). Aktionsforschung und Bildung für Nachhaltige Entwicklung. In F. Noffke, S. E. and Somekh, B. (Ed.). (2009). *The Sage Handbook of Educational Action Research*. Los Angeles and London: Sage Publications.
- Rauch, F. & Kreis, I. (2000). Das Forschungsprojekt „Umweltbildung in der LehrerInnenbildung“ (UMILE): Hintergründe, Konzept und Aufbau. In P. Posch, F. Rauch, & I. Kreis (Hrsg.), *Bildung für Nachhaltigkeit. Studien zur Vernetzung von Lehrerbildung, Schule und Umwelt* (S. 23-40). Innsbruck: StudienVerlag.
- Toulmin, S., (1996). *The Uses of Argument*. Cambridge Univ. Press, 1958; updated edition 2003.
- Venturini, T., (2009). Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory. *Public Understanding of Science*, 19(3), 258-273.
- Venus-Wagner, I., Weiglhofer, H., Zumbach, J., (2012). Kompetenzorientiertes Unterrichten in den Naturwissenschaften. In M. Paechter et al. (Hrsg.), *Handbuch Kompetenzorientierter Unterricht* (S. 188-202). Weinheim: Beltz.
- Yin, R., K., (2003). CASE. STUDY. RESEARCH. Design and Methods. Second Edition. SAGE Publications.
- BGBI. II Nr. 340/2015, Anlage A5, Lehrplan für humanberufliche Schulen, höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe, derzeit aktuelle Fassung. Online verfügbar unter https://www.ris.bk.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2015_II_-340/COO_2026_100_2_1154396.pdf (07.07.2017).
- BGBI. II Nr. 133/2000, Lehrplan für die Allgemeinbildende Höhere Schule, derzeit aktuelle Fassung. Online verfügbar unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568> (07.07.2017).
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. (Hrsg.). (2008). Bildung für nachhaltige Entwicklung. Online verfügbar unter https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/ba/bine_strategie_18299.pdf?61ed8p (14.02.2018).
- eCOOL. Online verfügbar unter <http://www.cooltrainers.at>, zuletzt aktualisiert am 30.01.2018 (14.02.2018).
- Grundsatzterlass Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung, Erlass des Bundesministeriums für Bildung und Frauen, GZ BMBF-37.888/0062-I/6c/2014, Rundschreiben Nr. 20/2014.
- Grundsatzterlass Unterrichtsprinzip Politische Bildung. (2015). Erlass des Bundesministeriums für Unterricht, Kultur und Kunst, Rundschreiben Nr. 15/2012, BMUKK 33.466/0119-I/6a/2012.
- Handreichung des BMBF für bbs, Diplomarbeit neu. (2015). Online verfügbar unter http://www.diplomarbeiten-bbs.at/sites/default/files/DA-Handreichung_14.4.2016.pdf (20.01.2018).
- Naturwissenschaftliche Bildungsstandards, berufsbildende Höhere Schulen, Kompetenzmodell_NW_Version_9.doc. Online verfügbar unter <http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/de/kompetenzmodelle/schularteneuebergreifend.html> (08.07.2017).