

Vielfalt, Varianz und Prototypen

Diversität als Gegenstand eines wissenschaftspropädeutisch reflektierten und politischen Biologieunterrichts

Arne Dittmer^{1,*}

¹ *Universität Regensburg*

* *Kontakt: Universität Regensburg,*

Fakultät für Biologie und Vorklinische Medizin,

Didaktik der Biologie,

Universitätsstr. 31, 93053 Regensburg

arne.dittmer@ur.de

Zusammenfassung: Diversität ist ein grundlegendes Merkmal biologischer Phänomene. Zudem erhält das Thema Diversität über fächerübergreifende Bildungsinhalte wie Inklusion, Sexualbildung oder eine rassismuskritische und anti-diskriminierende Bildungsarbeit Eingang in den Biologieunterricht. Der Beitrag positioniert sich für einen wissenschaftspropädeutisch reflektierten und politischen Biologieunterricht, der sich der ethischen Dimension der Biologie zuwendet, um Schüler*innen für Diversitätsdiskurse zu sensibilisieren. Ein diversitätssensibler Biologieunterricht wird dabei aus der Perspektive und Verantwortung des Faches heraus begründet. Ein Verständnis des Wesens und der Bedeutung der Biologie impliziert sowohl ein Verständnis der Diversität und Individualität biologischer Phänomene als auch eine Reflexion der kulturellen und politischen Kontexte biologischer Forschung und der Verlockungen biologistischer Argumentationen und Ideologien. Aus didaktischer Perspektive werden auch die Herausforderungen einer im Unterrichtsfach Biologie zumeist noch vorherrschenden stoffzentrierten Lehr- und Lernkultur, einer starken Orientierung an prototypischen Darstellungen biologischer Phänomene sowie der häufig generalisierende Blick von Fachdidaktiker*innen auf schulisches Lernen problematisiert. Demgegenüber wird für eine Diskussionskultur argumentiert, die im Rahmen einer naturwissenschaftlich geprägten Fachkultur für eine verständigungsorientierte und fehlerfreundliche Behandlung ethisch sensibler Themen essenziell ist. Der Beitrag betont somit auch die pädagogische Perspektive der Didaktik der Biologie auf Unterricht und Lehrkräftebildung.

Schlagwörter: Diversität; Biologieunterricht; Fachdidaktik; Nature of Bioscience; politische Bildung; Diskussionsstil



1 Einleitung

Diversität ist politisch. Die Anerkennung und Wahrung von Diversität in einer demokratisch verfassten, pluralistischen und offenen Gesellschaft ist in pädagogischen und politischen Diskursen ein vielschichtiger und auch viel diskutierter normativer Orientierungsrahmen. Zugleich ist Diversität ein zentrales Konzept der Biologie und der Erhalt biologischer Diversität ist in Anbetracht von Artensterben und der Gefährdung zahlreicher Ökosysteme im politischen Diskurs über Natur- und Klimaschutz – oder zuletzt auch in der Diskussion über das Risiko von Pandemien durch Zoonosen – ein normatives Ziel. In diesem Beitrag wird aus biologiedidaktischer Perspektive das Thema Diversität im biologischen und kulturellen Kontext aufgegriffen und mit Blick auf das Potenzial eines diversitätssensiblen Biologieunterrichts auf die Herausforderungen eines Unterrichtsfaches bezogen, in dem die Vermittlung von Fakten (biologische Konzepte und Befunde) stark im Vordergrund steht und ethische und politische Kontroversen sowie das Gespräch über sensible, unsichere oder auch verletzend Themen kaum die Unterrichtskultur prägen (Christenson et al., 2016; Dittmer, 2012; Kötter & Hammann, 2017).

Eine Behandlung ethisch-politischer Fragen lässt sich zum einen durch die Bezugnahme auf fächerübergreifende Bildungsziele (Inklusion, rassismus- und diskriminierungskritische Bildung, Sexualbildung) begründen, zum anderen aber auch aus einer innerfachlichen Perspektive heraus. Letzteres ist für die berufliche Identität von Lehrkräften bedeutsam, wenn es darum geht, sich mit der Vermittlung diversitätssensibler und antidiskriminierender Bildungsziele zu identifizieren und diese dezidiert auch als Ziele des Biologieunterrichts anzuerkennen. Somit positioniert sich der Beitrag für ein Verständnis naturwissenschaftlicher Bildung, welches die Emanzipation der Bildungssubjekte und gesellschaftliche Teilhabe und Verantwortungsübernahme im Vordergrund schulischer Bildungsarbeit sieht. Das Aufgreifen ethischer Fragen als ein fachinhärentes Anliegen anzusehen, soll die Bereitschaft fördern, mit dem Selbstverständnis als Biologielehrkraft ethische Kontroversen nicht als fachfremd zurückzuweisen, obgleich man sich als Lehrkraft eines naturwissenschaftlichen Unterrichtsfaches nur bedingt hierfür ausgebildet und tendenziell überfordert fühlt (Mrochen & Höttecke, 2012; Steffen, 2015).

Ethische Kontroversen sind nur schwer aus dem Klassenzimmer herauszuhalten. Denn im Spiegel der wissenschaftsphilosophischen Literatur gehört zum Wesen der Biologie ihre ethische Dimension (Engels, 1999; Jonsen, 2003; Kormondy, 1990), und eine Auseinandersetzung mit ethisch-politischen Fragen ist nicht nur ein legitimes Ziel naturwissenschaftlicher Bildung, sondern auch ein notwendiger Bestandteil eines wissenschaftspropädeutisch reflektierten Biologieunterrichts (Dittmer & Langlet, im Druck; Dittmer & Zabel, 2019).

Biologieunterricht kann kritisch biologistischen Verlockungen und naturalistischen Ableitungen entgegentreten und die Didaktik der Biologie wiederum selbstkritisch den normativen Blick auf Fachunterricht und Fachlehrkräftebildung reflektieren. So geht es aus biologiedidaktischer Sicht auch darum, eine Lehr- und Lernkultur zu hinterfragen, die sich vornehmlich an prototypischen Darstellungen, Regeln und Gesetzmäßigkeiten, an *Fakten* orientiert und damit dem Phänomenbereich des Faches nur bedingt gerecht wird bzw. eine große Chance für einen *diversitätssensiblen Biologieunterricht* (Düsing et al., 2018) oft außer Acht zu lassen scheint.

Das in diesem Beitrag dargelegte wissenschaftspropädeutische Interesse an einem diversitätssensiblen Biologieunterricht korrespondiert mit dem politischen und pädagogischen Motiv einer schulischen Demokratiebildung, bei der der Fachunterricht als *Mikroebene der Wissenschaftskommunikation* aufgefasst werden kann, da im fachlichen Kontext bei der Behandlung ethisch-politischer Themen der Umgang mit Nichtwissen, Unsicherheit oder mit der Diversität der Perspektiven auf strittige Themen Gegenstand gelungener Diskussionskultur und eines nachdenklichen und partizipativen Unterrichts werden kann.

2 Naturwissenschaftliche Bildung: Orientierungswissen für die Schlüsselthemen unserer Zeit

Die Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss für das Fach Biologie formulieren u.a. als Kompetenzerwartung für den Bereich *Bewerten*, dass Schüler*innen „zwischen beschreibenden (naturwissenschaftlichen) und normativen (ethischen) Aussagen“ unterscheiden können (KMK, 2005, S. 15). Es ist eine anspruchsvolle Kompetenzerwartung, die insbesondere auf den später hier noch aufgegriffenen *Sein-Sollen-Fehlschluss* verweist und die man mit der Unterscheidung zwischen Verfügungs- und Orientierungswissen begründen kann, wie sie in den wissenschaftsethischen Schriften des Philosophen Jürgen Mittelstraß (1996) hervorgehoben wird. In den Naturwissenschaftsdidaktiken ist es ein aktueller Diskussions- und auch Streitpunkt, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht die Vermittlung naturwissenschaftlicher Konzepte und Befunde – das uns zur Erklärung und Gestaltung unserer Welt zur Verfügung stehende Wissen – dominieren, während die Einbettung naturwissenschaftlicher Lerninhalte in Kommunikations- und Bewertungsprozesse, die eine Orientierung fördern und ermöglichen, oft eher eine marginale Rolle zu spielen scheint (Lee et al., 2019; Tidemand & Nielsen, 2017). Aber es gibt gute Gründe, Diskussionen über die Auswirkungen und kulturellen Einflüsse von Wissenschaft innerhalb von Wissenschaft – bzw. innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts – zu führen (Lenk & Maring, 2017). Wissenschaftler*innen können die Verantwortung für ihre Forschung nicht delegieren; sie tragen sie als handelnde Personen und Bürger*innen, und ihnen wird oft eine Expertise zugeschrieben, die von ihnen entwickelten Theorien und Technologien zu bewerten. Entsprechend kann auch Lehrkräften naturwissenschaftlicher Unterrichtsfächer eine Mitverantwortung zugeschrieben werden, im Unterricht über Technik- und Theoriefolgen zu reflektieren und Schüler*innen für die Herausforderungen unserer Zeit zu stärken.

Mit großem Einfluss im deutschsprachigen Raum spricht Wolfgang Klafki in seiner bildungstheoretischen Didaktik von epochaltypischen Schlüsselproblemen, die als thematische Rahmungen im Fokus des Fachunterrichts stehen sollten (Klafki, 1994). Dieses Plädoyer aus dem 20. Jahrhundert erhält mit Klimawandel, Biodiversitätsverlust, nationalistischen Bewegungen und nun auch Pandemien eine dramatische Zuspitzung. Klafkis Konzept einer kategorialen Bildung begründet sich u.a. darin, dass er einen emanzipatorischen und partizipativen Bildungsanspruch mit einer konkreten didaktischen Unterrichtsanalyse verknüpft und die Ziele von Fachunterricht daran ausrichtet. Schule soll Menschen dazu befähigen, jene Fähigkeiten zu entwickeln, die man benötigt, um den Herausforderungen und Krisen ihrer Epoche zu begegnen – *kritisch, konstruktiv* und *kreativ*, ganz im Sinne der Idee der Gestaltungskompetenz für eine nachhaltige Entwicklung (de Haan, 2008) oder wie es mit der Förderung von Bewertungs- und Kommunikationskompetenz in der biologiedidaktischen Forschung, Lehrkräftebildung und Schul- und Unterrichtsentwicklung angelegt ist, aber eine noch explizitere Hervorhebung des Politischen bedarf.

Auch wenn die Ethik im Fach Biologie mit *Bewerten* einen eigenen Kompetenzbereich erhalten hat (Dittmer et al., 2016) und grundsätzlich Bildungspolitik und Bildungswissenschaften an der Problemlösefähigkeit der Schüler*innen interessiert sind, so scheint die gegenwärtige Kompetenzorientierung an Schulen in Hinblick auf die gesellschaftliche und politische Verantwortung von Unterricht ein noch recht „zahmer Tiger“ zu sein. Doch die globalen Problemlagen unserer Zeit verlangen mit zunehmendem Druck die Einbeziehung politischer Fragen in schulische Bildung. Und da schulische Bildung zu weiten Teilen Fachunterricht ist, kann und muss jedes Fach seinen spezifischen Beitrag leisten (Oberle, 2019). Über das „*muss*“ im letzten Satz kann gestritten werden, aber das Eingestehen für einen politischen Fachunterricht in einer pluralisti-

sehen, offenen und durch Wissenschaftsleugnung und Populismus bedrohten Gesellschaft soll hier als *politisches Commitment* der fachdidaktischen, hier biologiedidaktischen Forschung und Lehre verstanden und zur Diskussion gestellt werden.

Was die Ziele naturwissenschaftlicher Bildung und damit naturwissenschaftsdidaktischer Forschungs- und Lehraktivitäten angeht, so bewegen sie sich zwischen zwei Polen, einem affirmativen und einem kritischen. Als affirmativ kann jene Zieldimension bezeichnet werden, die primär systemstützend darauf ausgerichtet ist ökonomische und technologische Entwicklungen zu fördern, junge Menschen für ihren individuellen beruflichen Werdegang vorzubereiten und die Zukunftsfähigkeit eines Technologie- und Wirtschaftsstandortes zu sichern (Addey & Sellar, 2018; Bencze & Carter, 2011). Es gibt aber auch emanzipatorische Motive naturwissenschaftlicher Bildung, die auf die Förderung kritischen Denkens, ethischer Bewertungskompetenz und die Befähigung zur Teilhabe, Selbstbestimmung und Solidarität ausgerichtet sind (Levinson, 2006; Siegel, 1989; Waks, 1989).

Naturwissenschaftsbezogene Bildung hat in einer wissenschafts- und technologiegestützten Gesellschaft ein besonderes Gewicht und das spiegelt sich auch in dem Umfang und dem Erfolg, wie sich in den letzten zwei Jahrzehnten die naturwissenschaftsdidaktische Lern-, Unterrichts- und Professionsforschung entwickeln und etablieren konnte. Die Möglichkeiten der erstarkten Naturwissenschaftsdidaktiken sich in politische Diskurse einzubringen und für die eigene Forschung und universitäre wie auch schulische Bildungsarbeit politische Verantwortung zu übernehmen, scheinen in Hinblick auf die ethische und politische Dimension der Naturwissenschaften aber noch nicht ausgereizt bzw. vielerorts noch gar nicht in den Blick gekommen.

Als gesellschaftliche Institutionen tragen wissenschaftliche und Wissenschaft vermittelnde Einrichtungen eine Verantwortung, sich bei Themen wie Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Wissenschaftsleugnung oder Fake News in öffentliche Debatten informierend und sich positionierend einzubringen. Wissenschaftler*innen tragen mit dazu bei rote Linien zu markieren, indem sie beispielsweise im öffentlichen Diskurs verdeutlichen, dass ein Verlust der Artenvielfalt, die Zerstörung der Biosphäre oder Kippunkte in der Klimaentwicklung unwiederbringliche Schäden hervorrufen und die menschliche Existenz bedrohen (Lenton et al., 2019). Auch Diversitätsdiskurse bewegen sich entlang roter Linien, die teils strikt gezogen, teils zur Diskussion gestellt werden. Dies verdeutlichen die Diskussion über den Rassebegriff in der Biologie oder das Ringen um die Einbeziehung der LGBT-Bewegung in das Curriculum schulischer Sexualbildung (Gegenfurtner & Gebhardt, 2017).

Auf einen neutralen naturwissenschaftlichen Unterricht, der auf einer vermeintlichen Wertfreiheit der Naturwissenschaften gründet, können Lehrkräfte sich nicht zurückziehen. Es ist einer der Mythen über Naturwissenschaften (McComas, 1998), wenn sie als wertfrei und im naiven Sinne als besonders *objektiv* beschrieben werden. Wissenschaft hat ihre eigenen Werte und Normen und als soziale Institution folgt sie den idealisierten Leitbildern eines „organisierten Skeptizismus“ (Höttecke, 2017, S. 23), wie beispielsweise Transparenz, Zuverlässigkeit, Gründlichkeit oder die Gewährleistung unbefangener und kritischer Intersubjektivität. So ist Wertfreiheit wissenschaftstheoretisch ein Mythos und Wertneutralität politisch auch nicht erwünscht, wenn es beispielsweise um Rassismus, Sexismus oder andere Diskriminierungen geht. Wenn die Chemiedidaktikerin Freise in den 1970er- und 1980er-Jahren *Für einen politischen Unterricht von der Natur* (Freise, 1994) plädierte, dann dies sowohl aus fachübergreifender, der Demokratie verpflichteter Perspektive als auch aus der Logik des Faches heraus: Naturwissenschaftler*innen und Lehrkräfte naturwissenschaftlicher Fächer bewegen sich nicht in einem politikfreien, unschuldigen Raum.

3 Nature of Bioscience: Ethisches Reflektieren und politische Bildung aus der Perspektive des Faches denken

Schulische Bildung besteht zu weiten Teilen in der Aneignung von Fachwissen und fachbezogener Kompetenzen. Ein zentrales Leitbild von Schule ist ihre Wissenschaftsorientierung; dies bezieht sich nicht nur darauf, die Inhalte des Faches wissenschaftsbasiert zu vermitteln, sondern Schüler*innen auch zu einer Auseinandersetzung mit dem Wesen und der Bedeutung von Wissenschaft anzuregen. In den Naturwissenschaftsdidaktiken wird dieser Bildungsanspruch unter dem Begriff der *Wissenschaftspropädeutik* und international als *Nature of Science Education* diskutiert (Dittmer & Langlet, im Druck; Lederman & Lederman, 2014).

Aktuelle *Nature-of-Science*-Ansätze, die auf eine Vermittlung eines adäquaten Wissenschaftsverständnisses abzielen, heben die gesellschaftliche Einbettung sowie auch ein sozio-kulturelles Verständnis wissenschaftlicher Disziplinen hervor. Für Unterricht und fachdidaktische Forschung wird die Anbahnung eines Wissenschaftsverständnisses in narrativen, wissenschaftshistorischen Ansätzen wie dem *Whole Science Approach* von Allchin (2011) oder in systematischeren, wissenschaftssoziologisch inspirierten Ansätzen wie dem *Family Resemblance Approach* von Erduran und Dagher (2014, nach Irzik & Nola, 2011) konzeptualisiert. Gemeinsam ist ihnen, dass wissenschaftliche Einrichtungen als soziale Institutionen in ökonomischen, politischen und medialen Kontexten existieren. So finden sich stellenweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur auch kapitalismuskritische Perspektiven (Barton, 2001; Tobin, 2011). Denn ethische Bezüge zwischen Wissenschaft und Gesellschaft (*Socio-Scientific Issues*; Sadler, 2011) bestehen nicht nur hinsichtlich der Zerstörung bzw. des Schutzes unserer Umwelt oder der Auswirkungen und Möglichkeiten neuer Technologien, sondern können auch auf ökonomische Rahmenbedingungen von Forschung und Lehre und auf Fragen sozialer Gerechtigkeit bezogen werden (Bencze & Carter, 2020).

Hinsichtlich des Themas Diversität werden auch Forderungen diskutiert, ethnozentrische Strukturen im Kontext des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu reflektieren und aufzubrechen. In diesem Sinne lautet beispielsweise der Anspruch des Journals *Cultural Studies of Science Education*, naturwissenschaftlichen Unterricht als kulturelles, klassen- und disziplinübergreifendes Phänomen zu verstehen und entsprechend zu untersuchen (Roth & Tobin, 2006; Smith et al., 2022). Gerade wissenschaftspropädeutische Reflexionen über das Wesen und die Bedeutung der Biologie sind hier anschlussfähig, da biologische Konzeptualisierungen in besonderer Weise Einfluss auf das Selbst- und Welt- bzw. Naturverhältnis von Menschen nehmen und somit einen enormen kulturprägenden Einfluss haben (Dennett, 1995; Metzinger, 2000).

In der naturwissenschaftsdidaktischen Diskussion über den Lern- und Forschungsbereich *Nature of Science* werden die Naturwissenschaften und naturwissenschaftliches Wissen häufig aus einer generalisierenden Perspektive in den Blick genommen (Heering & Kremer, 2018; Lederman & Lederman, 2014). Betrachtet man aber die Entwicklung der Biologie und die diese Entwicklung widerspiegelnde wissenschaftsphilosophische Literatur, so werden Merkmale der Biologie und biowissenschaftlicher Forschung sichtbar, die eine spezifisch biologiedidaktische Perspektive auf eine *Nature of Bioscience* (NOBS) als Reflexionsrahmen für Unterricht und Lehrkräftebildung begründen. Der Biologie wird eine Deutungsmacht zugeschrieben (Hüttemann, 2008), wenn es beispielsweise um Fragen nach den genetischen Grundlagen psychischer Eigenschaften und Erkrankungen geht oder das Verhalten zweier Verliebter auf einen veränderten Hormonspiegel reduziert wird.

Biologische Forschung und Theoriebildung sind eng mit ethischen Fragen verknüpft, da die Konstituierung der Forschungs- und Lehrgegenstände (Lebewesen, ökologische Räume, der Mensch selbst, Konzeptualisierungen männlicher und weiblicher Sexualität)

ethische Implikationen hat. In Anlehnung an Metzingers (2000) Anthropologiefolgenabschätzung kann eine Reflexion der Auswirkungen biologischen Wissens auf Menschen- und Weltbilder und damit einhergehende Wertzuschreibungen als eine *Theoriefolgenabschätzung* eingefordert werden.

Der Wissenschaftsphilosoph Kurt Bayertz (1989) spricht bezüglich der Entwicklung der Biologie von einer *Entmoralisierung des Lebendigen* und in ihrem Aufsatz „Biology as Technology“ skizzieren Bayertz und Nevers (1998) die Geschichte der Biologie als eine Geschichte der Verfügbarmachung: Während die *beobachtende* Biologie bis ins 19. Jahrhundert biologische Phänomene im Einklang mit der Schöpfungslehre untersucht, kommt es mit der Etablierung der Evolutionstheorie und dem *experimentellen* Zugriff auf biologische Phänomene zu einer Ausdifferenzierung der Biowissenschaften in ihrer heutigen Form, die Bayertz und Nevers (1998) als *industrielle* Phase beschreiben: Leben wird zunehmend kontrollierbar, modellierbar und konstruierbar (Carlson, 2011). Entsprechend werden in der auf die Biologie bezogenen wissenschaftstheoretischen Literatur verstärkt auch ethische Aspekte thematisiert (Koutroufinis, 2014; Krohs & Toepfer, 2005; Sober, 2018). So steht *Sex and Death* plakativ als Titel für eine Einführung in die Analytische Philosophie der Biologie und nutzt die Ambiguität und den kulturellen Assoziationsraum der Begriffe, um für ein Nachdenken über das Verhältnis von Biologie und Kultur zu werben (Sterelny & Griffiths, 2012). Aus wissenschaftsphilosophischer Perspektive werden Fragen nach der Willensfreiheit, dem Ursprung des Menschen, dem Umgang mit nicht-menschlichen Organismen oder dem Menschen als Teil und Gegenüber, insbesondere auch Zerstörer der Natur gestellt. Der Biodiversitätsverlust ist hier eine, wenn nicht *die* zentrale Problematik in diesem Zusammenhang.

Die Entwicklung der Ökologie ist eng mit Fragen des Umwelt- und Naturschutzes verwoben (Crozier & Schulte-Hostedde, 2015) und die Etablierung des Konzepts der Biodiversität fällt ebenso in eine Zeit, in der es in Folge von Umweltverschmutzung und schwindenden Habitaten zu einer Bedrohung vieler Arten und zum Artenschwund kommt. In der Biologie ist Diversität ein zentrales Konzept und so kommt der Beschäftigung mit den verschiedenen Dimensionen von Biodiversität (*genetisch, taxonomisch, ökologisch*) eine zentrale Rolle zu. Die Etablierung der Bezeichnung *Biodiversität* in den 1980er-Jahren hebt die Intention biologischer Forschung hervor, ihren Beitrag zu einer globalen und nachhaltigen Umweltpolitik zu leisten und Naturschutz wissenschaftlich zu begründen (Sarkar, 2002, 2021). Dabei war lange nicht klar, welche Bedeutung Artenvielfalt für die Stabilität und Funktionalität eines Ökosystems spielt (Ehrenfeld, 1988). Aber als Biolog*in kann man nicht ökologische Forschung betreiben und sich mit der Vielfalt der Arten und Lebensräume beschäftigen, ohne zugleich – sei es explizit oder implizit – die Erhaltung der Natur als wichtiges Ziel zu erklären.

Ob Artenreichtum als ein Indikator für ein funktionierendes Ökosystem per se gilt, wird nach wie vor kontrovers diskutiert (Isbell et al., 2017), wobei diese Diskussion nicht in Frage stellt, dass der Erhalt der Artenvielfalt bzw. Schutz existierender Arten ein zentrales Ziel des politischen und des wissenschaftlichen Naturschutzes darstellt. Problematisch ist, wenn die normative und politische Einbettung ökologischer Themen und der Biodiversitätsforschung in der schulischen Wissensvermittlung und der Biologielehrkräftebildung randständig oder gar nicht aufgegriffen wird. Eine selbstkritische Reflexion und transparente Diskussion über Werte und Normen im Diskurs über Biodiversität wären hier hilfreich, denn Diversität als biologisches Konzept ist ebenso normativ aufgeladen und wird ebenso normativ verwendet, wie wenn in kulturellen Kontexten über die Diversität individueller Merkmale oder Einstellungen gesprochen wird.

3.1 Sexualbildung und die Diversität biologischer Sexualität

Sexualbildung ist als fächerübergreifende Bildungsaufgabe im Biologieunterricht fest verankert, zumal ein Verständnis des eigenen Körpers und der menschlichen Fortpflanzung und Entwicklung als essenziell für eine aufgeklärte und selbstbestimmte Sexualität gelten (Etschenberg, 2016). Dass hier auch unterschiedliche Varianten der Elternschaft oder sexueller Orientierungen Eingang in ein naturwissenschaftliches Fach finden, liegt nahe, denn der Begriff der Sexualität ist im Alltag Jugendlicher mit vielen Themen assoziiert, von denen die wenigsten genuin biologische Konzepte sind (siehe hierzu auch den Beitrag von König, S. 29–44 in diesem Heft). So wird im Biologieunterricht auch die Vielfalt familiärer Lebensstile thematisiert, oder es wird eingefordert, die Dominanz heteronormativer Orientierungen kritisch zu hinterfragen (Huch, 2017; Palm, 2012).

Wie weit Biologielehrkräfte auf die Diversität sexueller Orientierungen und Lebensstile eingehen, hängt sicherlich von deren Ausbildung und Einstellungen ab. Wer aber eine Thematisierung sexueller Diversität aus kultureller Perspektive mit dem Argument zurückweist, man begrenze sich als ausgebildete*r Biologe bzw. Biologin in auf die eindeutige Biologie des Körpers und die Fortpflanzung – den *Sex* – und überlasse den Bereich *Gender* lieber sozialwissenschaftlich versierteren Kolleg*innen, denkt über die häufig formulierte Unterscheidung von Sex und Gender allzu naiv und dem Klischee einer binären Kodierung von männlich und weiblich folgend: *Gender* sei sozial konstruiert, *Sex* eindeutig, eben das empirisch evidente, biologische Geschlecht (Ebeling, 2006).

Wissenschaftspropädeutisch ist dabei von Interesse, dass Sexualität als biologisches Konzept selbst eine Modellierung der biologischen Welt und somit sozial konstruiert ist, eine theoriegeleitete, empirisch begründete und intersubjektiv ausgehandelte Konzeptualisierung der intergenerativen Weitergabe von Erbinformationen. In der Biologie repräsentiert Sexualität eine Modellierung von Fortpflanzungsstrategien und beschreibt im Kern das Phänomen der genetischen Rekombination. In Hinblick auf das Thema Diversität finden Biolog*innen vielfältige Strategien (beispielsweise den komplexen Generationswechsel der Rotalgen), die zu einer Rekombination von Eltern genen führen (Leditzky & Pass, 2011), und auf der individuellen Verhaltensebene finden sich ebenfalls vielfältige Verhaltensweisen sowie eine enorme Vielfalt und Variabilität morphologischer Merkmale. Entgegen der dichotomen Gegenüberstellung von weiblicher und männlicher Sexualität gelten auch für Verhalten und die Ausprägung morphologisch-anatomischer Merkmale die Prinzipien der Diversität und Variabilität (Christiansen, 1994: „Wann ist Mann ein Mann?“). Verhalten kann zudem unterschiedliche Bedeutungen bekommen. So reduziert sich sexuelles Verhalten auch im Tierreich nicht auf Fortpflanzung, sondern kann beispielsweise sozialen Funktionen dienen (Sommer & Vasey, 2006). Die verhaltensbiologische Forschung selbst bietet somit Anlässe über theorie- und auch ideologiegeleitete Erklärungen nachzudenken: Ist es wirklich so, dass *monogame* Singvögel *fremdgehen* (Irsch, 2004)?

3.2 Von einer rassistischen Anthropologie zu einer antirassistischen Positionierung zeitgenössischer Biolog*innen

In der Zeitschrift *Biologie in unserer Zeit* meldet sich Werner Kunz (2021) zu Wort und argumentiert, dass grundlegende Kriterien zoologischer Rassen auch beim Menschen anwendbar sind. Doch die Mehrheit zeitgenössischer Biolog*innen lehnt mit politischen Motiven und fachlicher Argumentation den Begriff ab und die Jenaer Erklärung von 2020 führt in klaren Worten aus, was Thomas Metzinger (2000) mit der Idee einer *Anthropologiefolgenabschätzung* eingebracht hat: Wissenschaftliche Konzepte wechselwirken mit kulturellen Vorstellungen, und in diesem Fall war die anthropologische Forschung immer schon in einen systemischen und oft auch ideologischen Rassismus eingebettet bzw. wie es die „Jenaer Erklärung“ im Titel verdeutlicht: „Das Konzept der Rasse ist das Ergebnis von Rassismus und nicht dessen Voraussetzung“ (Fischer et al.,

2019). Im deutschsprachigen Raum hat sich der Biologiedidaktiker Ulrich Kattmann mit vielen Schriften und Unterrichtsmaterial für einen antirassistischen Biologieunterricht eingesetzt, in dem zum einen aus biologischer Sicht aufgezeigt wird, dass der Begriff Rasse für die Humanbiologie obsolet ist (Kattmann, 1995, 2009, 2021), und zum anderen – und auch dies geschieht aus der Verantwortung des Faches heraus –, um mit dem Rassismus deutscher Biolog*innen im Nationalsozialismus aufzuzeigen, wie anfällig die Biologie für Ideologien sein kann. Eine selbstkritische, wissenschaftspropädeutisch motivierte Reflexion der biologischen Anthropologie kann aufzeigen, dass wissenschaftliche Entwicklungen auch gesellschaftliche und kulturelle Spiegel sind, in denen Welt- und Menschenbilder sowie kulturelle und politische Strömungen sichtbar werden. Bei der Einteilung von menschlichen Rassen im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts handelt es sich um eine Typenbildung, in die tradierte Rassismen und eurozentrische Orientierungen eingingen (Lewontin et al., 1988).

Alle Erkenntnis ist theoriegeleitet, aber es sind eben nicht nur Theorien, die in Aussagen über die empirische Welt eingehen. Das Image der *Anschaulichkeit* biologischer Phänomene und das biologiedidaktische Credo der *Primärerfahrungen* sind andere Fallstricke und Türöffner für rassistische oder sexistische Zuschreibungen: Man *sehe* doch die Unterschiede.

4 Biologiedidaktische Chancen und Fallstricke

Ein großes fachdidaktisches Potenzial für einen diversitätssensiblen Biologieunterricht besteht in der lernpsychologischen Selbstverortung der Biologiedidaktik, die sich einem konstruktivistischen Lernverständnis verpflichtet sieht. Bezüglich der Forderung nach einer inklusiven Schule, die der Individualität der Bildungssubjekte gerecht wird (Gomolla, 2009), können gerade Biolog*innen aus neurobiologischer Perspektive gut erklären, inwiefern wir immer gezwungen sind, uns um die Perspektive anderer zu bemühen. Menschen verarbeiten Informationen auf der Grundlage ihres Vorwissens und dieses beeinflusst die Wahrnehmung. Durch Kommunikation können gemeinsame Verständnisse sowie unterschiedliche Interpretationen ausgehandelt werden. In der Auseinandersetzung mit Naturphänomenen kann der Biologieunterricht auf eigene Weise für Diversität und Individualität sensibilisieren.

4.1 Natur kann inspirieren, aber kein normatives Vor- und Leitbild sein

Naturphänomene können zum Nachdenken anregen, wie man die Rolle des Menschen in und gegenüber der Natur oder das eigene Leben sieht und vor dem inneren Auge weiterdenkt (Gebhard, 1999). Für Martin Seel (1996) stellt die nichtmenschliche Natur das Gegenüber des Menschen dar. Die Wertschätzung von Natur begründet Seel aus einer naturästhetischen Perspektive und beschreibt drei Modi der ästhetischen Naturbegegnung: die *Kontemplation* (ein mentales Versinken im Spiel der Erscheinungen), die *Korrespondenz* (eine bewusste, oft kontrastierende Bezugnahme auf die eigene Lebenswelt) und die *Imagination* (Anregungen für neue Ideen und Fantasien). Im Prozess der symbolischen Aufladung wird Natur zu einer Art von Sinninstanz, und auch das Phänomen anthropomorpher Naturinterpretationen (*friedliche* Landschaften oder *fröhliche* Singvögel) kann als Ausdruck des menschlichen Sinnbedürfnisses aufgefasst werden (Gebhard, 2014). Die Bedeutungen, die Naturphänomene in symbolischer Hinsicht haben, sind keine Eigenschaften der Natur, sondern Interpretationen und Projektionen des Menschen auf Naturphänomene. Die Natur kann symbolisch zum Spiegel des Menschen werden, und deshalb treten in unseren Naturbeziehungen auch Selbstaspekte zu Tage und werden zugänglich für eine bewusste Auseinandersetzung mit Natur und dem eigenem Selbst- und Weltverhältnis (Gebhard, 2005). In diesem symboltheoretischen Sinne kann ein Nachdenken über die Vielfalt und Variabilität biologischer Phänomene auch zu einem Nachdenken über Diversität anregen.

Biologieunterricht kann korrespondierende und imaginative Naturbegegnungen anbahnen, um für Diversität und Diversitätsdiskurse zu sensibilisieren, und zugleich das Phänomen anthropomorpher Naturinterpretationen und biologistischer Ableitungen kritisch reflektieren (Gebhard, 2015). Denn aus den Beschreibungen und Erklärungen der Biologie können keine Werte abgeleitet werden. Was für rassistische oder sexistische Positionen gilt, gilt auch für unser emanzipatorisch begründetes Leitbild kultureller Vielfalt: Kulturelle Diversität hat nicht die biologische Diversität als Grundlage oder Vorbild. Dennoch kann bei einer reflektierten Auseinandersetzung mit Natur ein produktives Spannungsverhältnis genutzt werden, indem die Diversität biologischer Phänomene zu denken gibt und für die Vielfalt und insbesondere auch Individualität von Lebewesen sensibilisiert (Pradeu, 2016).

Biologieunterricht sollte zu einem reflektierten Verständnis biologischer Diversität anleiten und erarbeiten, dass aus Befunden biologischer Forschung keine normativen Implikationen für menschliches Handeln und Zusammenleben abgeleitet werden können: *Sein-Sollen-Fehlschluss* (Hume, 2007/1740). Auch kann das moralische Attribut *gut* nicht durch einen deskriptiven, empirisch fundierten Satz definiert werden: *naturalistischer Fehlschluss* (Moore, 1986/1903). Die Kenntnis dieser ethischen Fehlschlüsse sollte zum Grundwissen einer Biologielehrkraft zählen, betonen sie doch die Eigenständigkeit der Ethik gegenüber wissenschaftlichen Fakten und sind Grundlage für eine Reflexion biologistisch rassistischer oder sexistischer Argumentationen im Sinne einer fachintegrierten Förderung ethischer Bewertungskompetenz.

Die oben genannte Kompetenzerwartung, *zwischen beschreibenden (naturwissenschaftlichen) und normativen (ethischen) Aussagen* unterscheiden zu können, ist die Aufforderung, zwischen Diversität als biologischem Phänomen und als kulturellem Wert und normativem Leitbild zu differenzieren, wobei aber nichts dagegen steht, angeregt von biologischer Diversität der *Imagination* einer diversen Welt zu folgen und von einem reflektierten Standpunkt aus *korrespondierend* sich mit Diversität als Alltagsphänomen zu beschäftigen. In der Biologie ist der Mensch immer auch Bezugspunkt von Forschung und Lehre (Kattmann, 1977), und als Teil und Gegenüber von Natur begegnet ihm Diversität sowohl als biologisches als auch als kulturelles Phänomen.

4.2 Individualität statt Prototypen

Prototypische Darstellungen biologischer Phänomene dienen einem konzeptionellen Verständnis, was beispielsweise charakteristische Merkmale von Tier- und Pflanzenarten sind. Aber wenn genetische Rekombination, evolutionäre Prozesse und die Interaktion in komplexen Ökosystemen eine mannigfache Diversität biologischer Phänomene hervorbringen, dann sind die Darstellung individueller Ausprägungen und eine kontinuierliche Veranschaulichung von Varianz und Variabilität vielleicht von größerer didaktischer Bedeutung und im Hinblick auf einen diversitätssensiblen Biologieunterricht auch bildungsrelevanter als die zu starke Fokussierung auf kriteriengeleitete Unterscheidungen distinkter Gruppen. Letzteres prägt die Systematik und ein tieferes Verständnis biologischer Phänomene, steht aber im Kontrast zu deren Diversität, wie sie einem lebensweltlich begegnet.

Angesichts der Probleme, die wir mit Vorurteilen haben, und in Anbetracht dessen, wie unser psychischer Apparat funktioniert und Stereotypisierungen unsere Wahrnehmung prägen (Gilovich et al., 2002), stellt sich auch die Frage, ob die wohlgemeinte, lernunterstützende didaktische Reduktion stereotypes Denken nicht auch fördert, zumindest ein Denken in Varianz nicht unterstützt. Denn wenn biologische Phänomene sich in besonderer Weise durch einen hohen Grad an Variabilität und komplexen Entwicklungen auszeichnen, dann sind prototypische Darstellungen (idealtypische Präparate und Modellierungen) nur bedingt geeignet, um die Vielfalt und Individualität biologischer Phänomene aufzuzeigen (Bouchard & Huneman, 2013).

Die Orientierung an Prototypen und Regeln korreliert mit einem lernstoffzentrierten Unterricht, der auf das Auswendiglernen besagter Prototypen und Regeln ausgerichtet ist und die Tendenz hat, offene, komplexe Themen zu meiden. Bereits in der Primarstufe können aber Schüler*innen Lernaufgaben bekommen, in denen die Variationen (Ausnahmen und Zwischenformen) und nicht nur das Typische, quasi die *biologische Differenzkategorie*, im Mittelpunkt stehen. Gemeinhin werden typische Merkmale zusammengefasst, beispielsweise in Steckbriefen von heimischen Pflanzen und Tieren, um die Formen- und Artenkenntnis zu schulen. Ebenso könnte aber zugleich auch erarbeitet werden, wie sich einzelne Pflanzen oder Tiere innerhalb einer Art voneinander unterscheiden, um den Blick für das Individuelle zu sensibilisieren.

4.3 Diversitätskompetenz? – Die Grenzen fachdidaktischer Modellierungen

Im biologiedidaktischen Diskurs häufen sich Beiträge, die mit deutlich politischeren Akzenten die Behandlung von Fragen der Gleichberechtigung, Teilhabe und Anti-Diskriminierung thematisieren. In Anbetracht öffentlicher Diskurse über systemischen Rassismus oder andere strukturelle Diskriminierungen sind dies wichtige Akzente für einen auch in der Biologiedidaktik verorteten Diskurs über fachbezogene politische Bildung und eine Hervorhebung der engen Verzahnung von Biologie und Kultur, ganz im Sinne einer Fachdidaktik als *kritisch-reflexive Kulturwissenschaft* (Simon & Fereidooni, 2020). Auch der Beitrag von Düsing, Gresch und Hammann (2018) argumentiert überzeugend für einen *diversitätssensiblen Biologieunterricht*, der verschiedene Facetten biologischer und politischer Diversitätsdiskurse zusammenbringt und sich für einen verantwortungsvollen, antidiskriminierenden Biologieunterricht einsetzt. Für die Professionalisierung von Biologielehrkräften bedeutet dies, dass sie sich dem Thema Diversität auch aus gesellschaftlicher und kultureller Perspektive zuwenden müssen und Fähigkeiten erwerben, in der pädagogischen Interaktion behutsam mit dem Thema und mit Schüler*innen umzugehen – und vielleicht auch behutsam auf die eigenen Gefühle und Gedanken zu achten.

Mit Blick auf die hierfür nötigen professionellen Kompetenzen von Lehrkräften stellen die Autor*innen ein *Diversitätskompetenzmodell* vor, welches als Rahmenmodell verschiedene Dimensionen aufzeigt, die bei der Behandlung des Themas Diversität von Bedeutung sind. Das Modell ist inhaltlich überzeugend, und dennoch scheint sich hier ein Operationalisierungsreflex der modellierenden und diagnostizierenden Fachdidaktiken zu spiegeln. Im Paradigma der Kompetenzorientierung fehlt der Raum für die Sensibilität und Fragilität pädagogischer Interaktion, in der bei einem auch verletzenden und nicht immer leicht zu besprechenden Thema, verletzte Individuen anderen verletzlichen Individuen begegnen.

Das Bemühen um empirische Erfassung und systematische Weiterentwicklung ist legitim; dennoch stellt sich mit Blick auf die Realität des pädagogischen Handlungsfeldes und insbesondere mit Blick auf das Thema *Diversität* die Frage, ob sich Sensibilität, Empathie, Vertrauen oder gar verletzte Gefühle für die pädagogische Praxis und die Professionalisierung von Lehrkräften modellieren lassen.

Unterrichtliche Interaktion findet unter den Bedingungen von Ungewissheit statt – pädagogischer und fachlicher (Christensen & Fensham, 2012; Helsper, 2002) – und mögliche *Antirassismus-* oder *Antisexismuskompetenzmodelle* befreien nicht von den Herausforderungen, sich immer wieder situativ und individuell auf die Schüler*innen einzulassen und auch mit eigenen Stimmungen oder auch Verletzungen umzugehen. Methodische Kompetenzen und Hintergrundwissen sind für Unterricht essenziell, aber noch wichtiger sind für die Vermittlung ethischer Kompetenzen die kommunikativen und sozialen Fähigkeiten von Lehrkräften, um Schüler*innen im Angesicht von Verletzungen und Verletzlichkeit zu einem verständigungsorientierten Dialog anzuleiten. Eine rassistisch-kritische und antisexistische Bildungsarbeit sollte nicht Gefahr laufen, einem *Infor-*

mations-Defizit-Modell (Sturgis & Allum, 2004) zu folgen, demzufolge allein Informationen und Aufklärung die Lösungen sind. Die generalisierende Perspektive fachdidaktischer Konzepte und Modelle wird oft selbst nicht der Individualität und Diversität der Schüler*innen und Lehrkräfte gerecht. Ein diversitätssensibler Unterricht ist hochgradig kontextsensitiv und bedarf einer konsequenten, pädagogisch motivierten Zuwendung zu den Bildungssubjekten und einer dialogorientierten, offenen und fehlerfreundlichen Unterrichtskultur. Doch der Umgang mit Ambivalenzen, Wissensgrenzen oder offenen Fragen, auf die die Lehrkräfte selbst keine Antworten haben, zählt nicht zu den Stärken naturwissenschaftlichen Unterrichts, der einen starken Fokus auf deklaratives, in Lernstandserhebungen gut reproduzierbares Wissen hat.

5 Diskussionskultur, Empathie und Demut

Ein diversitätssensibler Unterricht setzt sich mit Vielfalt und Individualität sowie mit stereotypisierenden Zuschreibungen und Diskriminierungen auseinander. Er zielt auf eine reflektierte und kritisch-konstruktive Auseinandersetzung mit Werten, Identitäten und identitätskritischen Positionen, auch mit der Hoffnung verletzenden, verbalen und physisch gewalttätigen Diskriminierungen entgegenzuwirken. Sensibilität ist hier nicht nur dem Thema gegenüber, sondern vor allem auch den Schüler*innen gegenüber gefordert. Und auch wenn der Lehrkraft eine den Unterricht lenkende Rolle zukommt und sie die pädagogische Verantwortung trägt, so sind die Schüler*innen ebenfalls gefordert, in der Auseinandersetzung mit potenziell verletzenden Themen die Lehrenden als verletzte oder auch potenziell verletzte Menschen anzuerkennen. Die Begegnung mit der Andersartigkeit des*der *Anderen* (Lévinas, 1983) erfordert eine Haltung und eine *Demut*, die einen umsichtigen Umgang mit strittigen Themen und eigenem Diskriminierungsverhalten möglich machen.

Um ethisch sensiblen Themen gerecht zu werden, bedarf es einer Unterrichts- und Diskussionskultur, die Raum für Empathie, Nachdenklichkeit, den persönlichen Rückzug oder auch den Vorwurf gibt. Eine gemeinsame Auseinandersetzung mit Diversität und Diskriminierung bedarf der Offenheit, Sensibilität und Fehlerfreundlichkeit. Und was so freundlich und bejahend klingt und pädagogisch selbstverständlich wirkt, ist nicht trivial, weil Schüler*innen wie Lehrkräfte systemisch in diskriminierende Strukturen involviert sind. Denn es ist nicht unwahrscheinlich, dass beispielsweise die Thematisierung von Rassismus oder Sexismus zugleich auch die Reproduktion von Differenzkategorien mit sich bringt (vgl. den Beitrag von König, S. 29–44 in diesem Heft).

So ist es auch angesichts der intensiven Debatten über Kommunikationsverzerrungen und Kommunikationsprobleme in sozialen Medien (*Fake News, Hate Speech, Wissenschaftsleugnung*; Höttecke & Allchin, 2020) eine Chance und politische Notwendigkeit, entgegen der Eskalationslogik sozialer Medien und populistischer Agitator*innen den Unterricht als *Mikroebene der Wissenschaftskommunikation* explizit zu nutzen, ganz im Sinne des Kompetenzbereichs *Kommunikation* der Bildungsstandards, um explizit argumentations- und verständigungsorientierte Kommunikationsstile zu kultivieren, die ein Zuhören oder auch ein Eingestehen eigener Grenzen, Irrtümer und auch Unsicherheiten ermöglichen.

Nachdenklichkeit und Unsicherheiten brauchen in der naturwissenschaftlichen Unterrichtskultur einen didaktischen Ort – Unterrichtsphasen, in denen Schüler*innen und Lehrkräfte sich auf Augenhöhe begegnen können und auch lernen, über eigene Unsicherheiten und Verunsicherungen zu sprechen (Nevers, 2009). Professionalisierung bedeutet hier auch, die eigene Begrenztheit und Verletzlichkeit anzuerkennen und sich dessen bewusst zu sein, dass man als Lehrkraft selbst in systemische Zusammenhänge eingebunden und somit immer auch – sei es explizit oder latent – Akteur*in und Täter*in ist. Diese Involviertheit führt zu einer doppelten Verunsicherung: Der immer auch an mich gerichtete Diskurs verunsichert: Wie verhalte *ich* mich richtig, spreche *ich* richtig?

Wo sind *meine* Grenzen im Kopf, die *eigenen* Vorbehalte? Ein diversitätssensibler Unterricht verlangt pädagogische Sensibilität und eine Reflexion des eigenen beruflichen Selbstverständnisses: Mit welcher Haltung trete *ich* den Schüler*innen und dem Fach gegenüber? Wie werde *ich* der kulturellen und ethischen Dimension des Faches und den Individuen gerecht, die mir in der Rolle als Schüler*innen gegenüber sind? Ein diversitätssensibler Unterricht ist kultursensibler, subjektorientierter Unterricht, und Rassismus- und Diskriminierungskritik ist immer auch kommunikative Praxis. Diese didaktischen Herausforderungen adressieren Biologielehrkräfte als Pädagog*innen und verlangen einen pädagogischen Blick auf den naturwissenschaftlichen Unterricht, wie es der Titel des naturwissenschaftsdidaktischen Lehrbuchs *Pädagogik der Naturwissenschaften* von Gebhard, Höttecke und Rehm (2017) zum Ausdruck bringt.

Aber ein problematischer „blinder Fleck“ in der fachdidaktischen Lehrkräftebildung ist die Lehrperson als biographisches und empfindsames Subjekt. Neben der vorherrschenden Kompetenz- und Effizienzorientierung bedarf es daher auch einer *Kultur der Schwäche* (Scheller, 2021) in einem produktiven, fehlerfreundlichen Sinne, denn Diversität ist ein Zugang zur Welt, der uns in der Auseinandersetzung mit den Vorurteilen und dem Hass der Diskriminierenden und der Einzigartigkeit der Individuen immer auch an eigene und die Grenzen anderer führt. Nicht didaktische Wirksamkeit, sondern insbesondere Sensibilität, Demut und Interesse an meinem Gegenüber sind hier gefordert, sowohl in der pädagogischen Interaktion in Schulen und Universitäten als auch in der kollegialen Begegnung.

Literatur und Internetquellen

- Addey, C. & Sellar, S. (2018). Why Do Countries Participate in PISA? Understanding the Role of International Large-Scale Assessments in Global Education Policy. In A. Verger, M. Novelli & H.K. Altinyeken (Hrsg.), *Global Education Policy and International Development: New Agendas, Issues and Policies* (2. Aufl.) (S. 97–118). Bloomsbury. <https://doi.org/10.5040/9781474296052.ch-005>
- Allchin, D. (2011). The Minnesota Case Study Collection: New Historical Inquiry Case Studies for Nature of Science Education. *Science & Education*, 21 (9), 1263–1281. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9368-x>
- Barton, A.C. (2001). Capitalism, Critical Pedagogy, and Urban Science Education: An Interview with Peter McLaren. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (8), 847–859. <https://doi.org/10.1002/tea.1035>
- Bayertz, K. (1989). Die Entmoralisierung des Lebendigen. In M. Gatzemeier (Hrsg.), *Verantwortung in Wissenschaft und Technik* (S. 220–238). BI-Wiss.-Verlag.
- Bayertz, K. & Nevers, P. (1998). Biology as Technology. In K. Bayertz & R. Porter (Hrsg.), *From Physio-Theology to Bio-Technology: Essays in the Social and Cultural History of Biosciences. A Festschrift for Mikulas Teich* (S. 108–132). Rodopi. https://doi.org/10.1163/9789004418578_009
- Bencze, J.L. & Carter, L. (2020). Capitalism, Nature of Science and Science Education: Interrogating and Mitigating Threats to Social Justice. In H.A. Yacoubian & L. Hansson (Hrsg.), *Nature of Science and Social Justice* (S. 59–78). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47260-3_4
- Bencze, L. & Carter, L. (2011). Globalizing Students Acting for the Common Good. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (6), 648–669. <https://doi.org/10.1002/tea.20419>
- Bouchard, F. & Huneman, P. (Hrsg.). (2013). *From Groups to Individuals: Evolution and Emerging Individuality*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/8921.001.0001>

- Carlson, R.H. (2011). *Biology Is Technology: The Promise, Peril, and New Business of Engineering Life*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/9780674262522>
- Christensen, C. & Fensham, P. (2012). Risk, Uncertainty and Complexity in Science Education. In B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (S. 751–769). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_50
- Christenson, N., Gericke, N. & Rundgren, S.-N.C. (2016). Science and Language Teachers' Assessment of Upper Secondary Students' Socioscientific Argumentation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15 (8), 1403–1422. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9746-6>
- Christiansen, K. (1994). Wann ist Mann ein Mann? Biologische Grundlagen der Geschlechterdifferenzierung. *Trierer Beiträge: Aus Forschung und Lehre an der Universität Trier, Sonderheft 7*, 6–11.
- Crozier, G.K.D. & Schulte-Hostedde, A.I. (2015). Towards Improving the Ethics of Ecological Research. *Science and Engineering Ethics*, 21 (3), 577–594. <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9558-4>
- Dennet, D. (1995). *Darwin's Dangerous Idea*. Simon & Schuster.
- Dittmer, A. (2012). Wenn die Frage nach dem Wesen des Faches nicht zum Wesen des Faches gehört. Über den Stellenwert der Wissenschaftsreflexionen in der Biologielehrerbildung. *Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung*, 1, 127–141.
- Dittmer, A., Gebhard, U., Höttecke, D. & Menthe, J. (2016). Ethisches Bewerten im naturwissenschaftlichen Unterricht: Theoretische Bezugspunkte für Forschung und Lehre. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22 (1), 97–108. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0044-1>
- Dittmer, A. & Langlet, J. (im Druck). Kultur der Naturwissenschaften. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie*. Aulis.
- Dittmer, A. & Zabel, J. (2019). Das Wesen der Biologie verstehen: Impulse für den wissenschaftspropädeutischen Biologieunterricht. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 93–110). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58443-9_6
- Düsing, K., Gresch, H. & Hammann, M. (2018). Diversitätssensibler Biologieunterricht – Veränderungen im Lehramtsstudium zur Vorbereitung auf das Unterrichten in heterogenen Lerngruppen. In D. Rott, N. Zeuch, C. Fischer, E. Souvignier & E. Terhart (Hrsg.), *Dealing with Diversity. Innovative Lehrkonzepte in der Lehrer*innenbildung zum Umgang mit Heterogenität und Inklusion* (S. 127–139). Waxmann.
- Ebeling, S. (2006). Alles so schön bunt. Geschlecht, Sexualität und Reproduktion im Tierreich. In S. Ebeling & S. Schmitz (Hrsg.), *Geschlechterforschung und Naturwissenschaften* (S. 57–74). VS. https://doi.org/10.1007/078-3-531-90091-0_3
- Ehrenfeld, D. (1988). Why Put a Value on Biodiversity? In E.O. Wilson (Hrsg.), *Biodiversity* (S. 212–216). National Academy Press.
- Engels, E.-M. (Hrsg.). (1999). *Biologie und Ethik*. Reclam.
- Erduran, S. & Dagher, Z.R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*. Springer.
- Etschenberg, K. (2016). Sexualbildung. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 157–168). Aulis.
- Fischer, M.S., Hoßfeld, U., Krause, J. & Richter, S. (2019). Jenaer Erklärung – Das Konzept der Rasse ist das Ergebnis von Rassismus und nicht dessen Voraussetzung. *Biologie in unserer Zeit*, 49 (6), 399–402. <https://doi.org/10.1002/biuz.201970606>

- Freise, G. (1994). *Für einen politischen Unterricht von der Natur*. Redaktionsgemeinschaft Soznat.
- Gebhard, U. (1999). Weltbezug und Symbolisierung. Zwischen Objektivierung und Subjektivierung. In H. Bayer, H. Gärtner, B. Marquart-Mau & H. Schreier (Hrsg.), *Umwelt, Mitwelt, Lebenswelt im Sachunterricht* (S. 33–53). Klinkhardt.
- Gebhard, U. (2005). Naturverhältnis und Selbstverhältnis. *Scheidewege*, 35, 243–267.
- Gebhard, U. (2014). Wie viel ‚Natur‘ braucht der Mensch? ‚Natur‘ als Erfahrungsraum und Sinninstanz. In G. Hartung & T. Kirchhoff (Hrsg.), *Welche Natur brauchen wir? Analyse einer anthropologischen Grundproblematik des 21. Jahrhunderts* (S. 249–274). Alber.
- Gebhard, U. (2015). Symbole geben zu denken. Zur Bedeutung der expliziten Reflexion von Metaphern und Phantasien in Lernprozessen. In C. Spieß & K.-M. Köpcke (Hrsg.), *Metapher und Metonymie. Theoretische, methodische und empirische Zugänge* (S. 269–296). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110369120.269>
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften. Ein Studienbuch*. VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19546-9>
- Gegenfurtner, A. & Gebhardt, M. (2017). Sexuality Education Including Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender (LGBT) Issues in Schools. *Educational Research Review*, 12 (22), 215–222. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.10.002>
- Gilovich, T., Griffin, D. & Kahneman, D. (Hrsg.). (2002). *Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808098>
- Gomolla, M. (2009). Heterogenität, Unterrichtsqualität und Inklusion. S. Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Unterricht* (S. 21–43.). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91724-5_2
- Haan, G. de (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 23–43). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8_4
- Heering, P. & Kremer, K. (2018). Nature of Science. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 105–119). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_7
- Helsper, W. (2002). Wissen, Können, Nicht-Wissen-Können: Wissensformen des Lehrers und Konsequenzen für die Lehrerbildung. In G. Breidenstein (Hrsg.), *Die Lehrerbildung der Zukunft – eine Streitschrift*. Im Auftrag des ZSL. Konferenzschrift, Halle, 2001 (S. 67–86). Leske + Budrich. https://doi.org/10.1007/978-3-322-80881-3_7
- Höttecke, D. (2017). Was ist Naturwissenschaft? In U. Gebhard, D. Höttecke & M. Rehm (Hrsg.), *Pädagogik der Naturwissenschaften* (S. 7–31). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19546-9_2
- Höttecke, D. & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing Nature-of-Science Education in the Age of Social Media. *Science Education*, 104 (4), 641–666. <https://doi.org/10.1002/sc.21575>
- Huch, S. (2017). *Bildungsprozesse zum Umgang mit sexueller Vielfalt (diversity) im Biologieunterricht – Empirische Analyse der Einstellungen von Schüler*innen zu Geschlecht- und sexuellen Orientierungen*. Dissertation, Freie Universität Berlin.
- Hüttemann, A. (Hrsg.). (2008). *Zur Deutungsmacht der Biowissenschaften*. mentis. <https://doi.org/10.30965/9783969750346>
- Hume, D. (2007/1740). *A Treatise of Human Nature*. Hrsg. v. Sir L.A. Selby-Bigge & P.H. Nidditch (2. Aufl.). Clarendon Press. <https://doi.org/10.1093/oseo/instance.00046221>
- Irsch, W. (2004). Fremdgehen verschafft Überlebensvorteile. *Biologie in unserer Zeit*, 34 (1), 14–15. <https://doi.org/10.1002/biuz.200490016>

- Irzik, G. & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20 (7/8), 591–607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- Isbell, F., Gonzalez, A., Loreau, M., Cowles, J., Díaz, S., Hector, A., Mace, G.M., Wardle, D.A., O'Connor, M.I., Duffy, J.E., Turnbull, L.A., Thompson, P.L. & Larigauderie, A. (2017). Linking the Influence and Dependence of People on Biodiversity Across Scales. *Nature*, 157 (546), 65–72. <https://doi.org/10.1038/nature22899>
- Jonsen, A.R. (2003). *The Birth of Bioethics*. Oxford University Press.
- Kattmann, U. (1977). *Bezugspunkt Mensch: Grundlegung einer humanzentrierten Strukturierung des Biologieunterrichts*. Aulis.
- Kattmann, U. (1995). Was heißt hier Rasse? Unterrichtsmodell für die Sekundarstufe II. *Unterricht Biologie*, 19 (204), 44–49.
- Kattmann, U. (2009). Vielfalt der Menschen. *Unterricht Biologie*, 33 (342), 2–10.
- Kattmann, U. (2021). Die genetische Vielfalt der Menschen widerspricht der Einteilung der Menschen in „Rassen“. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 74 (6), 285–297.
- Klafki, W. (1994). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. Beltz.
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland) (Hrsg.). (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Bildungsabschluss*. Beschluss vom 16.12.2004. Luchterhand.
- König, L. (2023). Differenzkategorien im Unterricht reflektieren, ohne die Differenz zu reproduzieren ...? Eine fremdsprachendidaktische Annäherung an ein Paradox am Beispiel von Gender und Sexualität. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 5 (2), 29–44. <https://doi.org/10.11576/pflb-6085>
- Kötter, M. & Hammann, M. (2017). Controversy as a Blind Spot in Teaching Nature of Science. Why the Range of Different Positions Concerning Nature of Science Should Be an Issue in the Science Classroom. *Science & Education*, 26 (5), 451–482. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9913-3>
- Kormondy, E.J. (1990). Ethics and Values in the Biology Classroom. *American Biology Teacher*, 52 (7), 403–407. <https://doi.org/10.2307/4449153>
- Koutroufinis, S.A. (Hrsg.). (2014). *Life and Process: Towards a New Biophilosophy*. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110352597>
- Krohs, U. & Toepfer, G. (Hrsg.). (2005). *Philosophie der Biologie*. Suhrkamp.
- Kunz, W. (2021). Die Unterteilung von Arten in Rassen: Immer wieder missverstanden. *Biologie in unserer Zeit*, 51 (2), 168–178.
- Lederman, N.G. & Lederman, J.S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. In N.G. Lederman & S.K. Abell (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (S. 600–620). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203097267-41>
- Leditzky, W. & Pass, G. (2011). Die Bedeutung der Sexualität für Evolutionsprozesse – wissenschaftliche Konzepte, Schülervorstellungen, Lehrpläne und Schulbücher. In D.C. Dreesmann, D. Graf & K. Witte (Hrsg.), *Evolutionsbiologie* (S. 65–91). Akademischer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2786-1_3
- Lee, H., Lee, H. & Zeidler, D. (2019). Examining Tensions in the Socioscientific Issues Classroom: Students' Border Crossings into a New Culture of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 57 (5), 1–23. <https://doi.org/10.1002/tea.21600>
- Lenk, H. & Maring, M. (2017). Verantwortung in Technik und Wissenschaft. In L. Heidbrink, C. Langbehn & J. Loh (Hrsg.), *Handbuch Verantwortung* (S. 715–731). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-06110-4_37
- Lenton, T.M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W. & Schellnhuber, H.J. (2019). Climate Tipping Points – too Risky to Bet against. *Nature*, 159 (575), 592–595. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>

- Lévinas, E. (1983). *Die Spur des Anderen. Untersuchungen zur Phänomenologie und Sozialphilosophie*. Alber.
- Levinson, R. (2006). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-Scientific Issues. *International Journal of Science Education*, 28 (10), 1201–1224. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>
- Lewontin, R.C., Rose, S. & Kamin, L.J. (1988). *Die Gene sind es nicht ... Biologie, Ideologie und menschliche Natur*. Psychologie Verlags Union.
- McComas, W.F. (1998). The Principle Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myth. In W.F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (S. 53–70). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_3
- Metzinger, T. (2000). Auf der Suche nach einem neuen Bild des Menschen. *Spiegel der Forschung*, 17 (1), 58–67.
- Mittelstraß, J. (1996). *Leonardo-Welt. Über Wissenschaft, Forschung und Verantwortung*. Suhrkamp.
- Moore, G.E. (1986/1903). *Principia Ethica*. Cambridge University Press.
- Mrochen, M. & Höttecke, D. (2012). Einstellungen und Vorstellungen von Lehrpersonen zum Kompetenzbereich Bewertung der Nationalen Bildungsstandards. *Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung*, 1, 113–145.
- Nevers, P. (2009). Transcending the Factual in Biology by Philosophizing with Children. In G.Y. Iversen, G. Mitchell & G. Pollard (Hrsg.), *Hovering over the Face of the Deep. Philosophy, Theology and Children* (S. 147–160). Waxmann.
- Oberle, M. (2019, 7. Oktober). Wie politisch darf eine Lehrkraft sein? – Demokratiebildung als Schulauftrag. *Qualitätsoffensive Lehrerbildung*. https://www.qualitaetsoffensive-lehrerbildung.de/lehrerbildung/de/newsletter/_documents/wie-politisch-darf-eine-lehrkraft-sein
- Palm, K. (2012). Grundlagen und Visionen einer genderreflexiven Biologiedidaktik. In M. Kampshoff & C. Wiepcke (Hrsg.), *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik* (S. 69–82). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18984-0_6
- Pradeu, T. (2016). The Many Faces of Biological Individuality. *Biology & Philosophy*, 31 (6), 761–773. <https://doi.org/10.1007/s10539-016-9553-z>
- Roth, W.M. & Tobin, K. (2006). Editorial: Announcing Cultural Studies of Science Education. *Cultural Studies of Science Education*, 1 (1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s11422-005-9005-6>
- Sadler, T.D. (2011). *Socio-Scientific Issues in the Classroom – Teaching, Learning and Research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4>
- Sarkar, S. (2002). Defining “Biodiversity”, Assessing Biodiversity. *The Monist*, 85 (1), 131–155. <https://doi.org/10.5840/monist20028515>
- Sarkar S. (2021). Origin of the Term Biodiversity. *BioScience*, 71 (9), 893. <https://doi.org/10.1093/biosci/biab071>
- Scheller, J. (2021, 14. Februar). *Warum wir eine Kultur der Schwäche brauchen*. Deutschlandfunk – Essay & Diskurs. <https://www.deutschlandfunk.de/wir-haben-die-macht-1-3-warum-wir-eine-kultur-der-schwaechen-100.html>
- Seel, M. (1996). *Ethisch-ästhetische Studien*. Suhrkamp.
- Siegel, H. (1989). The Rationality of Science, Critical Thinking, and Science Education. *Synthese*, 80 (1), 9–41. <https://doi.org/10.1007/BF00869946>
- Simon, N. & Fereidooni, K. (2020). Rassismus(kritik) und Fachdidaktiken – (K)ein Zusammenhang? – Einleitende Gedanken. In K. Fereidooni & N. Simon (Hrsg.), *Rassismuskritische Fachdidaktiken: Pädagogische Professionalität und Migrationsdiskurse* (S. 1–17). VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26344-7_1

- Smith, T., Avraamidou, L. & Adams, J.D. (2022). Culturally Relevant/Responsive and Sustaining Pedagogies in Science Education: Theoretical Perspectives and Curriculum Implications. *Cultural Studies of Science Education*, 17 (3), 637–660. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10082-4>
- Sober, E. (2018). *Philosophy of Biology* (2. Aufl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429494871>
- Sommer, V. & Vasey, P.L. (2006). *Homosexual Behaviour in Animals: An Evolutionary Perspective*. Cambridge University Press.
- Steffen, B. (2015). *Negiertes Bewältigen. Eine Grounded-Theory-Studie zur Diagnose von Bewertungskompetenz durch Biologielehrkräfte*. Logos.
- Sterelny, K. & Griffiths, P.E. (2012). *Sex and Death. An Introduction to Philosophy of Biology*. The University of Chicago Press.
- Sturgis, P. & Allum, N. (2004). Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes. *Public Understanding of Science*, 13 (1), 55–74. <https://doi.org/10.1177/0963662504042690>
- Tidemand, S. & Nielsen, J.A. (2017). The Role of Socioscientific Issues in Biology Teaching – From the Perspective of Teachers. *International Journal of Science Education*, 39 (1), 44–61. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1264644>
- Tobin, K. (2011). Global Reproduction and Transformation of Science Education. *Cultural Studies of Science Education*, 6 (1), 127–142. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9293-3>
- Waks, L.J. (1989). Critical Theory and Curriculum Practice in STS Education. *Journal of Business Ethics*, 8 (2/3), 201–207. <https://doi.org/10.1007/BF00382585>

Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Dittmer, A. (2023). Vielfalt, Varianz und Prototypen. Diversität als Gegenstand eines wissenschaftspropädeutisch reflektierten und politischen Biologieunterrichts. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 5 (2), 45–61. <https://doi.org/10.11576/pflb-6203>

Online verfügbar: 03.02.2023

ISSN: 2629-5628



Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>