

## Konzeption einer integrierten naturwissenschaftlichen Veranstaltung als Teil eines interdisziplinären Vernetzungsbereichs

**Zusammenfassung.** Im Rahmen des Projekts MINT<sup>plus</sup> wurde das Lehramtsstudium an der Technischen Universität Darmstadt mit Beginn des Wintersemesters 2017/18 neu strukturiert. Als innovatives Studienelement wurde der interdisziplinäre Vernetzungsbereich eingeführt. Durch die neuen Veranstaltungen aus diesem Studienbereich sollen die sonst nur nebeneinanderstehenden und jeweils in die Bereiche Fachwissenschaft und Fachdidaktik untergliederten Fächer sowie die Bildungswissenschaften miteinander verknüpft werden. Eine der neuen Veranstaltungen ist das Modul „Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften“, das im Folgeprojekt MINT<sup>plus</sup> konzipiert wurde. Der nachfolgende Beitrag stellt an der Entwicklung dieses Moduls exemplarisch dar, wie durch den Vernetzungsbereich eine strukturelle Voraussetzung geschaffen wurde, um kooperativ ein mit anderen Disziplinen abgestimmtes Modul zu konzipieren, dessen Thematik über die eigentlichen Fächergrenzen der verantwortlichen Person hinausgeht. Anknüpfend an das Thema dieses Heftes werden so Möglichkeiten einer interdisziplinären Vernetzung innerhalb der Lehrerbildung an einer Hochschule aufgezeigt, die dazu beitragen, einen Mehrwert für die Lehrerbildung zu generieren. Im Anschluss an die Darstellung des modularen Entwicklungsprozesses wird das Kurskonzept erläutert und ein Einblick in dessen bisherige Umsetzung gegeben. Anhand exemplarischer Zitate wird aufgezeigt, dass das intendierte Ziel der Vernetzung auch von den Studierenden wahrgenommen wurde.

**Schlüsselwörter.** Interdisziplinarität, INU (integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht), Lehrkräfteausbildung, Erkenntnisgewinnung

## Conception of an Integrated Scientific Study Module as Part of an Interdisciplinary Networking Area

**Abstract.** As part of the MINT<sup>plus</sup> project, the teacher training programme at the Technical University of Darmstadt was restructured at the beginning of the winter semester 2017/18. The interdisciplinary networking area was introduced as an innovative study element. Its courses are intended to provide a link between previously disparate subjects, each subdivided into the areas of content knowledge and didactical concepts, and connect them with educational sciences. A key innovation is the module “Knowledge Acquisition in Science”, which was conceived as a part of the follow-up project MINT<sup>plus</sup>2. The ensuing article aims at describing the emergence of this innovation and exploring how the networking area created a structural prerequisite for designing a module which results from the communication and cooperation between different disciplines and, consequently, transcends the subject-specific boundedness of its inventors. Thus, in line with the topic of this issue, possibilities of interdisciplinary networking are shown which generate added value to teacher education. Following the account of the module’s development process, the course concept is explained and an insight into its initial implementation is given. Finally, exemplary student quotes are presented which suggest that the intended goal of networking was perceived by the target group.

**Keywords.** Interdisciplinarity, Integrated Science Lessons, Pre-Service Teacher Education, Knowledge Acquisition in Science

## 1 Zur Notwendigkeit von Interdisziplinarität in der Lehrkräfteausbildung

„Non scholae, sed vitae discimus.“ – „Nicht für die Schule, sondern für das Leben lernen wir.“

Diese Lebensweisheit begegnet fast jeder und jedem in der eigenen Bildungskarriere, wenn verdeutlicht werden soll, dass das Gelernte einen auf das Leben vorbereitet. Der Ursprung des Zitats liegt bereits 2000 Jahre in der Vergangenheit. Der römische Philosoph Seneca formulierte in seinen *Epistulae Morales* ca. 62 n. Chr. jedoch genau die umgekehrte Aussage: „Non vitae, sed scholae discimus.“ – „Wir lernen nicht für das Leben, sondern für die Schule.“ – und damit einen Vorwurf, mit dem die Schule auch heute immer wieder konfrontiert wird (vgl. Allmendinger et. al. 2009).

Die Herausforderungen des Lebens, auf das die Schule vorbereiten soll, sind komplex. Das wird allein schon dann deutlich, wenn man auf die großen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit schaut: klimatische Veränderungen, Ressourcenknappheit, Gesundheit, Mobilität oder Migration. Ihre häufig globale Dimension reicht bis in die Entscheidung des Privatlebens hinein: „Was kaufe ich ein?“, „Wie reise ich?“, „Welche gesundheitlichen Vorsorgemaßnahmen treffe ich?“. Beschäftigt man sich mit solchen Fragen und Herausforderungen, so wird schnell deutlich, dass es ganz verschiedene Perspektiven gibt, selbst wenn man nur auf „die Wissenschaft“ hören möchte. Denn *die* Sichtweise der Wissenschaft gibt es nicht. Sie setzt sich aus unterschiedlichen Disziplinen zusammen, deren Blickweisen auf ein Problem durchaus sehr unterschiedlich sein können. Das reicht von den Fragestellungen über die methodische Herangehensweise bis hin zur Art und Weise der Kommunikation der Forschungsergebnisse.

Möchte die Schule darauf vorbereiten, sich zwischen diesen verschiedenen Perspektiven zurechtfinden und sie in einem weiteren Schritt darüber hinaus sogar zur Lösungsfindung heranziehen zu können (vgl. Jungert 2013, S. 2–4), so muss interdisziplinäres Denken gelehrt und gefördert werden. Ein Schlüssel zum Erreichen dieses Ziels ist es, die Lehrkräfte entsprechend auszubilden (vgl. Labudde 2017 S. 6–7), sodass diese nicht das Nebeneinander der Fächer in der Schule bestärken, sondern vielmehr versuchen, Unterrichtsansätze zu integrieren, die die Inhalte des eigenen Faches mit denen anderer Fächer verbinden oder sogar interdisziplinäres Arbeiten aus mehreren Fachperspektiven ermöglichen. So benennt Sommer (2018, S. 264) „Interdisziplinarität“ als eine der vier grundsätzlichen Unterrichtskonzeptionen, an denen sich Schulunterricht orientieren kann. Allerdings bleibt offen, wie die Lehrkräfte auf dieses Unterrichtskonzept in ihrer Ausbildung vorbereitet werden. Während die „Orientierung des Unterrichts an der Fachsystematik“ (ebenda, S. 264) klassisch der fachlichen Ausbildung zugeordnet werden kann und die Lehramtsstudierenden auf die „Orientierung des Unterrichts an der Genese der Lernenden“ (ebenda, S. 289) und „an der Lebenswelt der Lernenden“ (ebenda, S. 282) in der Fachdidaktik vorbereitet werden, fehlen häufig Veranstaltungen, in denen Studierende aus den verschiedenen Fächern zusammenkommen, um darüber zu diskutieren, wie aus den unterschiedlichen Fächern Synergien für den späteren Unterricht gewonnen werden können.

Bei der Neuausrichtung des Studiengangs für Lehramt an Gymnasien an der Technischen Universität Darmstadt für das Jahr 2017 stellte sich die Frage, wie man solche Veranstaltungen gewinnbringend in das Lehramtsstudium integrieren kann. Als Resultat dieses Diskurses entstand als neuartiges Studienelement der interdisziplinäre Vernetzungsbereich, dessen Ziele und Aufbau im zweiten

Kapitel genauer vorgestellt werden, um zu beleuchten, wie interdisziplinäres Denken und Arbeiten in die Lehrkräfteausbildung implementiert werden kann.

Im Anschluss daran wird im dritten Kapitel exemplarisch am Modul „Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften“ vorgestellt, wie eine neue Veranstaltung für ein solches interdisziplinäres Studienelement konzipiert werden kann, sodass die interdisziplinäre Grundausrichtung neben der Spezialisierung auf das Modulthema weiterhin im Mittelpunkt steht. Im vierten Kapitel wird daran anknüpfend ein kurzer Einblick in die Umsetzung des ersten Moduldurchlaufs gegeben, sodass abgebildet wird, inwieweit die Konzeption umsetzbar war. Zudem werden einige exemplarische Studierendenzitate aus der Evaluation vorgestellt und eingeordnet. Das abschließende Fazit fasst die wesentlichen Aspekte dieses Beitrags zusammen.

## 2 Vorstellung des Vernetzungsbereichs an der TU Darmstadt

Die Idee für die Integration eines interdisziplinären Studienelementes im Lehramtsstudium an der Technischen Universität Darmstadt entstand im Rahmen des Projekts „MINT<sup>plus</sup> systematischer und vernetzter Kompetenzaufbau in der Lehrerbildung“, das für eine Neuordnung des Lehramtsstudiums steht. Neben der Einführung einer Eignungsberatung und der Neugestaltung der Praxisphasen stand dabei die Etablierung des Vernetzungsbereichs als neues interdisziplinäres Studienelement im Mittelpunkt.

### 2.1 Der Vernetzungsbereich als verbindendes Studienelement

Für die Etablierung eines neuen Studienelements ist es notwendig, die Studienpläne entsprechend anzupassen. Dies ist im Lehramt am Gymnasium meist mit viel Aufwand verbunden, da sich die Studienpläne eines Lehramtsstudierenden in der Regel aus drei verschiedenen Studienordnungen zusammensetzen: den Grundwissenschaften (d. h. Pädagogik und Psychologie, teilweise auch Soziologie und Politikwissenschaften), dem ersten Fach und dem zweiten Fach.

So war auch die Implementierung des Vernetzungsbereichs mit der Änderung von zehn Studienordnungen (neun studierbare Fächer an der TU Darmstadt sowie die Grundwissenschaften) verbunden. Zudem musste eine neue Studienordnung speziell für den Vernetzungsbereich geschaffen werden. Die 240 Leistungspunkte, die ein Lehramtsstudium in Hessen umfasst, mussten neu verteilt werden, um dem Vernetzungsbereich die dafür vorgesehenen 20 Credit Points

zuschlagen zu können (vgl. Abb. 1). Im Ergebnis wurden zehn Credit Points aus dem ursprünglichen Studium der Grundwissenschaften und je fünf weitere Leistungspunkte von den beiden Fächern zur Verfügung gestellt.

Abbildung 1 verdeutlicht, welche Rolle der interdisziplinäre Vernetzungsbereich im neu gestalteten Lehramtsstudium spielt: Während im ursprünglichen Studium die Grundwissenschaften und Fächer nebeneinander studiert wurden, bietet der Vernetzungsbereich als verbindendes Element den Studierenden Möglichkeiten zur Vernetzung ihrer Fächer und der Grundwissenschaften. Neben der inhaltlichen und methodischen Vernetzung, auf die im Folgenden noch genauer eingegangen wird, bietet er damit auch Raum für eine Identitätsstiftung über die Fächergrenzen hinweg.

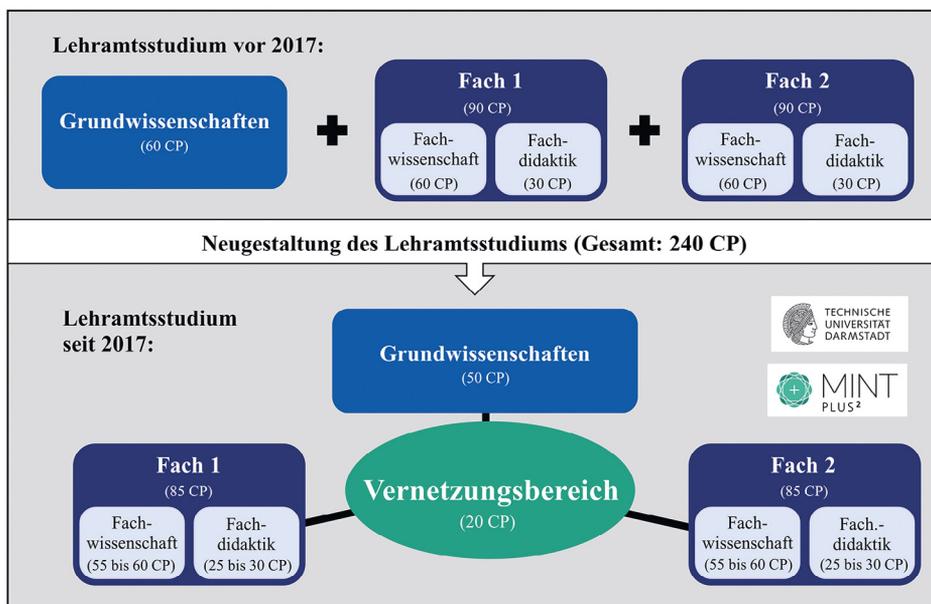


Abb. 1: Neugestaltung des Lehramtsstudiums: Die ursprünglich nebeneinanderstehenden Elemente des Lehramtsstudiums (Grundwissenschaften, Fach 1 und Fach 2) werden durch das neue Studienelement des Vernetzungsbereichs miteinander verbunden.

Neben dem studienorganisatorischen Aufwand war es selbstverständlich notwendig, den Vernetzungsbereich mit Inhalten zu füllen, d. h. neue, den Zielen des Vernetzungsbereichs entsprechende Veranstaltungen zu konzipieren. Die zwanzig Credit Points wurden auf vier Module mit jeweils fünf Leistungspunkten verteilt, sodass pro Modul genügend Zeit zur Verfügung steht, um über die üblichen drei Credit Points eines Seminars oder einer Vorlesung mit zwei Semester-

wochenstunden vernetzende Projekte oder Übungen zu integrieren. Drei der vier Module sind Pflichtmodule, das vierte ist ein Wahlpflichtmodul (siehe Abb. 2). Die Module wurden für den Vernetzungsbereich teilweise von Grund auf neu entwickelt, teilweise aus bestehenden Modulen neu für den Vernetzungsbereich aufbereitet. Einige Module des Wahlpflichtbereichs sind bereits bestehende interdisziplinäre Module. Das Modul „Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften“ gehört zu den von Grund auf neu entwickelten Modulen und wird ab dem dritten Kapitel im Fokus dieses Beitrags stehen.

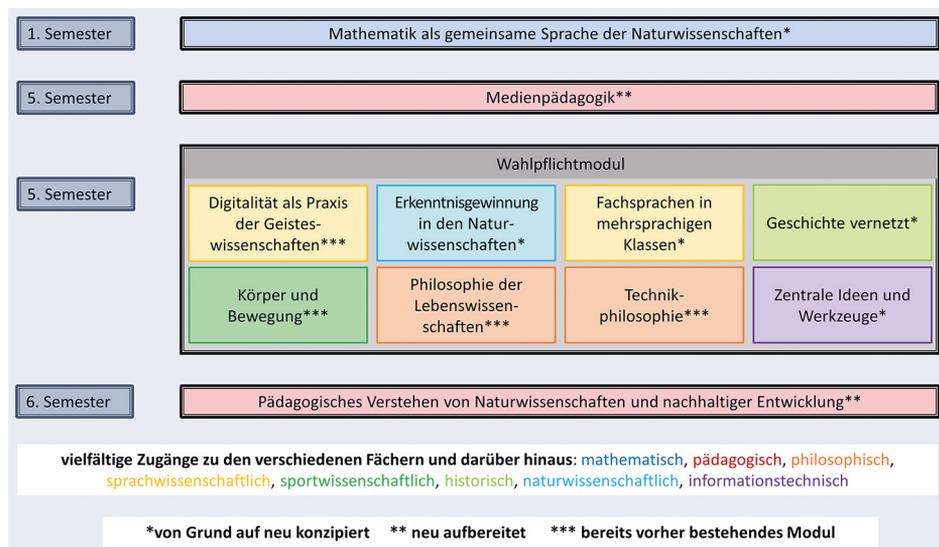


Abb. 2: Überblick über die Module des Vernetzungsbereichs für Studierende mit mindestens einem MINT-Fach (Mathematik, Chemie, Biologie, Physik, Informatik). Für Studierende ohne MINT-Fach sind die Module „Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften“ und „Zentrale Ideen und Werkzeuge“ getauscht.

Generell steht jedes Modul unter der Federführung einer Fachwissenschaft, einer Fachdidaktik oder der Bildungswissenschaft. Damit die Veranstaltungen des Vernetzungsbereichs jedoch interdisziplinären Charakter erhalten, ist bei der Konzeption und Weiterentwicklung der Veranstaltungen eine umfassende Kooperation mit anderen Disziplinen notwendig. Dazu finden regelmäßige Treffen zwischen den Akteur:innen im Vernetzungsbereich statt, um das Vernetzungspotential regelmäßig zu prüfen und zu erhöhen. So werden dort inhaltliche und methodische Ideen zur Konzeption und Weiterentwicklung von Modulen diskutiert, gemeinsame Projekte (wie etwa ein gemeinsamer Handapparat in der Bibliothek) initiiert und Vernetzungs- und Austauschmöglichkeiten zwischen einzelnen Modulen und Modulgruppen identifiziert und mögliche Kooperationen in die

Wege geleitet (vgl. Bruder, Kümmerer 2019). Ziel der Arbeitsgruppe ist es folglich, im Rahmen des Vernetzungsbereiches das in die Tat umzusetzen, was das Nationale MINT-Forum bereits 2013 gefordert hat: „Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Erziehungswissenschaft müssen verzahnt werden und das Lehramtsstudium gemeinsam gestalten und verantworten“ (MINT-Forum 2013, S. 14).

## 2.2 Ziele des Vernetzungsbereichs

Die grundlegende Zielausrichtung des Vernetzungsbereichs wurde bereits formuliert: Er soll für die Studierenden ihre Fächer und die Grundwissenschaften miteinander vernetzen, Identität stiften und die Möglichkeit geben, ‚über den Tellerrand zu blicken‘, um auch andere Fächer kennenzulernen. So sollen das interdisziplinäre Denken der Studierenden gefördert und Ideen für fächerübergreifenden Unterricht vermittelt werden. Dabei wird einerseits der Blick für die Perspektiven anderer Fächer durch gemeinsames Arbeiten geöffnet und andererseits die eigene Fachidentität in Diskussionen mit anderen Disziplinen gestärkt (vgl. Gallenbacher, Bruder 2017).

Ausgehend von diesen Grundgedanken ist es jedoch auch notwendig, Lernziele festzulegen, die der Vernetzungsbereich als Ganzes verfolgt und die bei den Studierenden beobachtbar sind. Grundsätzlich ist es schwierig, eine „Interdisziplinäre Kompetenz“ als allgemeines Ziel zu definieren. Lerch (2017) bemerkt zurecht, dass es eine solche „per se [...] eher nicht [gibt]; es sind vielmehr Einzelkompetenzen, die für interdisziplinäres und überfachliches Arbeiten besonders geeignet sind oder/und solche, die durch eine überfachliche Beschäftigung besonders ausgeprägt werden.“ Er spricht jedoch davon, dass man damit allgemein das Ausbilden eines „bestimmte[n] ‚Denkstil[s]‘ bzw. ein[es] ‚akademische[n] Selbstverständnis[ses]‘“ meinen könnte.

Das Entwickeln eines solchen Denkstils wird für den Vernetzungsbereich unter dem Stichwort „interdisziplinäre Vernetzung“ als erstes zentrales Ziel formuliert, da dieser Denkstil, wie in Kapitel 1 dargestellt, ein wichtiges Element für die Ausbildung von Lehrkräften ist. Angelehnt an die „ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung“ in der Fassung von 2015 wurden als weitere Lernziele festgelegt, dass die Studierenden zweitens die grundlegenden Erkenntnismethoden der verschiedenen Fächer kennenlernen, drittens Fähigkeiten zur Erfassung, Strukturierung und Bewertung von Sachverhalten erwerben und viertens ihre mündliche und schriftliche Ausdrucksfähigkeit verbessern (vgl. Gallenbacher, Bruder 2017). Über diese Lernziele hinaus soll zudem möglichst eine weitere der Kompetenzen

„fachübergreifende Methodenkompetenz“, „Medien- und Informationskompetenz“ oder „berufsfeldbezogene Kompetenz“ vermittelt werden (ebd., S. 19).

### 3 Entwicklung des Moduls „Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften“

Das Modul „Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften“ wurde im Rahmen des Folgeprojekts MINTplus<sup>2</sup> speziell als integrierte naturwissenschaftliche Veranstaltung (vgl. Labudde 2017) für den Vernetzungsbereich konzipiert. Es erweitert die bereits bestehenden sprach-, sport- und gesellschaftswissenschaftlichen Vertiefungsmodule um ein naturwissenschaftliches Modul (vgl. Abb. 2). Anhand dieses Moduls wird in diesem Kapitel aufgezeigt werden, wie das Modul unter der Federführung einer Fachdisziplin, der Physikdidaktik, in Kooperation mit anderen Fachdisziplinen entwickelt wurde.

#### 3.1 Grundidee des Moduls

Einleitend wurden bereits einige Herausforderungen der heutigen Zeit angesprochen. Viele gesellschaftlich kontrovers diskutierte Fragestellungen stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen, beispielhaft seien hier nur die Anwendung der physikalischen Gesetze auf die Atmosphäre im Zusammenhang des Klimawandels, die biologischen Erkenntnisse im Rahmen der Nahrungsmittelproduktion oder chemisches Wissen über die Aufbereitung von Stoffen im Rahmen des Ressourcenmanagements genannt. Sadler (2004) hat für solche Themen, die authentisch, gesellschaftlich relevant und mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen assoziiert sind, den Begriff „Socio-scientific Issue“ (SSI) geprägt. Aufgrund der hohen Präsenz von naturwissenschaftlichen Argumenten in gesellschaftlichen Diskursen ist das Wissen speziell über die naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesse, aus denen die Argumente hervorgehen, für heutige Lehrkräfte ein wichtiger Baustein, um aktuelle naturwissenschaftlich-gesellschaftliche Fragen in den Unterricht integrieren und dort beleuchten zu können (vgl. Feierabend, Eilks 2009).

Dabei ist die Aufgliederung des Fachwissens in die Disziplinen Physik, Chemie und Biologie nicht zwingend notwendig, da bei den meisten Socio-scientific Issues nicht isoliert eine der drei Disziplinen mit der Problemstellung verknüpft ist, sondern Erkenntnisse aus mehreren Disziplinen von Bedeutung sind. Beispielsweise spielen bei Fragen rund um Elektromobilität Antrieb und Wirkungsgrad des Elektromotors gleichermaßen in der Argumentation eine wichtige Rolle

wie die Funktion eines Lithium-Ionen-Akkumulators. Erstes wird eher der Physik zugeordnet, zweites eher der Chemie, wobei dies keineswegs eindeutig ist. Im Hinblick auf problemorientierten Unterricht wird daher immer wieder diskutiert, ob nicht ein gemeinsamer naturwissenschaftlicher Unterricht einen höheren Mehrwert hat als die Unterteilung in die Fächer Physik, Chemie und Biologie, da die Behandlung von Schlüsselproblemen Schülerinnen und Schüler mehr motiviert und in ihrer Lebenswelt abholt (vgl. Günther, Labudde 2012). Als weitere Argumente für einen transdisziplinären Unterricht werden die Stärkung überfachlicher Kompetenzen und die höhere Berücksichtigung von Gendergerechtigkeit angeführt; Gegner hingegen mahnen fehlende fachliche Tiefe und die fehlende Sicherheit bei Lehrkräften an (vgl. ebd.). Unabhängig davon, auf welcher Seite der Diskussion man sich positioniert, scheint es hilfreich, sich als Lehrkraft für ein naturwissenschaftliches Fach den Nachbardisziplinen nicht vollständig zu verschließen, da die Inhalte der Fächer immer wieder ineinandergreifen, wie beispielsweise die Linsenphysik und der biologische Aufbau des menschlichen Auges. Auch in didaktisch-methodischer Hinsicht gibt es viele Unterrichtsideen, die in allen drei Fächern Anwendung finden, wie der forschend-entdeckende Unterricht oder die Arbeit mit Modellen. Diese Nähe in didaktischer Hinsicht wird auch in den Bildungsstandards deutlich, in denen für alle drei Fächer die gleichen Kernkompetenzen formuliert sind: „Fachwissen“, „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ (KMK 2004). Aufgrund dieser besonderen, sehr engen Verzahnung der drei Fächer Physik, Chemie und Biologie scheint ein Modul, das die Naturwissenschaften ganzheitlich in Betracht zieht, geeignet, um speziell in diesem Bereich fächerübergreifende Konzepte zu vermitteln. Der Wahlpflichtbereich des Vernetzungsbereichs bietet für die Verankerung eines solchen Moduls optimale strukturelle Voraussetzungen.

In Bezug auf die aktuellen Socio-scientific Issues wurde bereits angemerkt, dass für eine fundierte Auseinandersetzung vor allem naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu Rate gezogen werden, um aus diesen Argumente in der Debatte zu generieren. In dieser Hinsicht ist es wichtig, über ein Basiswissen zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu verfügen, um nicht verbreiteten Irrtümern zu erliegen, wie etwa der Vorstellung, dass naturwissenschaftliches Wissen stets unumstößlich ist oder in den Naturwissenschaften neue Erkenntnisse nicht diskutiert werden müssen (vgl. Kremer 2010). Ebenso unabdingbar ist eine Auseinandersetzung mit dem epistemischen Status der Naturwissenschaften und der kontrovers geführten Debatte darüber, wie nahe naturwissenschaftliche Kenntnisse an der ‚Wahrheit‘ liegen.

Eine Orientierung im Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ ist für Lehramtsstudierende umso fordernder, als dieser komplexe Prozess kaum in einem

einfachen Modell zu fassen ist. So existieren in der Fachdidaktik zahlreiche Modelle, die versuchen den Erkenntnisgewinnungsprozess adäquat abzubilden (vgl. bspw. Straube 2016; Sommer, Pfeifer 2018; Mayer 2007), allein für den Teilbereich des Experimentierens haben Emden und Sumfleth (2012) in ihrer Publikation zwölf verschiedene Modelle gegenübergestellt. Vor diesen Hintergründen wurde die Erkenntnisgewinnung als Modulthema ausgewählt. Damit wird insbesondere auch dem Lernziel des Vernetzungsbereichs Rechenschaft getragen, grundlegende Erkenntnismethoden der verschiedenen Fächer zu vermitteln bzw. in diesem Wahlpflichtmodul bezogen auf die Naturwissenschaften zu vertiefen.

Die Grundidee des Moduls ist es, ein Vertiefungsmodul anzubieten, das sich speziell mit den Naturwissenschaften auseinandersetzt, diese jedoch aus einer ganzheitlichen Perspektive thematisiert. Dabei wird der Fokus auf die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung gelegt, weil deren Vermittlung und Diskussion im Besonderen den Zielen des Vernetzungsbereichs gerecht wird. Aufgrund des starken Bezugs zu den Fächern Biologie, Chemie und Physik wird das Modul speziell für Studierende einer Naturwissenschaft zur Vertiefung empfohlen, doch sind Interessent:innen aus anderen Disziplinen ebenfalls eingeladen, das Modul zu nutzen, um ihre fachliche Perspektive zu erweitern und noch etwas weiter ‚über den Tellerrand‘ zu schauen.

### 3.2 Konzeption des Moduls

Die Konzeption des Moduls stellt den ersten Teil des Entwicklungs- und Evaluationsprojekts „Experimentelle Methoden der Naturwissenschaften ganzheitlich begreifen und vermitteln“ dar (Tampe, Spatz 2019a). In seiner Gesamtheit handelt es sich um ein Forschungsvorhaben, das als *Design-Based-Research-Projekt* angelegt ist. Dieser Ansatz stellt die Entwicklung, Evaluation und Verbesserung einer Lehrinnovation, in diesem Fall des Moduls „Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften“, in den Mittelpunkt. Der Prozess wird regelmäßig mit klassischen Forschungsmethoden wie Fragebögen oder Interviews unterstützt und evaluiert (vgl. Wilhelm, Hopf 2014).

Entsprechend des Forschungsansatzes gibt es für die Entwicklung zwei wichtige Stränge: zum einen die theoriegeleitete Entwicklung anhand von Fachliteratur, zum anderen die forschungsgeleitete Entwicklung anhand der Befragung von Expert:innen und Zielgruppen (vgl. Fraefel 2014). Für diese Lehrinnovation kommt der Vernetzungsbereich als bestimmender Rahmen hinzu. Dementsprechend beruht die Modulkonzeption wie in Abbildung 3 dargestellt auf vier Säulen: erstens der Einbettung in den Vernetzungsbereich, zweitens der theoretischen

Fundierung anhand von Fachliteratur, drittens der Befragung der Zielgruppe und viertens dem Einbeziehen von Fachexpertise.

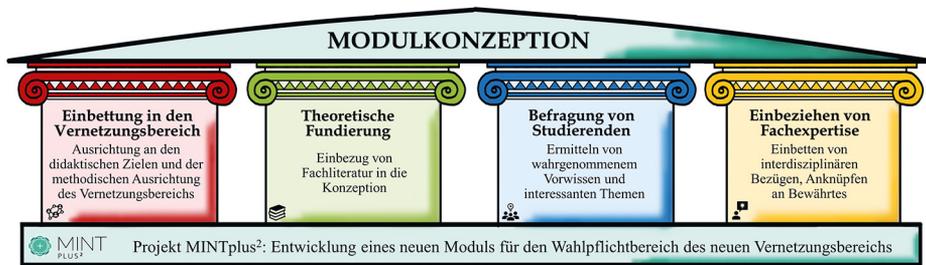


Abb. 3: Die Säulen der Konzeption.

### 3.2.1 Einbettung in den Vernetzungsbereich

Für die Einbettung in den Vernetzungsbereich ist es notwendig, dass das Modul an dessen Lernziele anschließt. Dies wurde bei der in Abschnitt 3.1 dargestellten Modulidee berücksichtigt, indem die Ziele der interdisziplinären Grundausrichtung sowie die Anforderung eines Bezugs zu grundlegenden Erkenntnismethoden bereits integriert wurden. Die beiden anderen zentralen Ziele, das Erwerben von Fähigkeiten zur Erfassung, Strukturierung und Bewertung von Sachverhalten und die Verbesserung der mündlichen und schriftlichen Ausdrucksfähigkeit, legen nahe, auch die Kompetenzbereiche „Bewertung“ und „Kommunikation“ im Seminar zu thematisieren, um den Zielen des Vernetzungsbereichs noch stärker gerecht zu werden. Von den optionalen Zielen wird die Förderung der berufsfeldbezogenen Kompetenz in den Mittelpunkt gestellt. Um dieses Ziel zu erreichen, wird ein hoher Praxisbezug angestrebt, sodass im Modul vor allem vermittelt und diskutiert wird, welche didaktischen und methodischen Ideen es zur Vermittlung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung im Schulunterricht gibt.

Neben dieser inhaltlich-didaktischen Anknüpfung wird zwischen den Modulen des Vernetzungsbereichs auch eine methodische Verknüpfung angestrebt. Dazu gehört beispielsweise, dass die Vermittlung im Seminar oder einer Vorlesung durch ein praktisches Format wie eine Übung oder ein Projekt ergänzt wird, in dem die Studierenden das Gelernte anwenden und diskutieren. Da in einem Modul aus dem Wahlpflichtbereich eher kleine Studierendenzahlen zu erwarten sind, wurde als Vermittlungsform das Seminar gewählt. Dieses Format ermöglicht neben der Vermittlung von Inhalten auch Anwendungsübungen und den diskursiven Austausch zwischen Studierenden wie auch mit der Lehrperson. Als praxisorientierte Vertiefung dient im Sinne des Forschenden Lernens ein

anschließendes Projekt, bei dem die Studierenden die Themenfindung, Gestaltung und Evaluation selbst bestimmen. Der Empfehlung von Sonntag et. al. (2017) folgend, erfolgt die Leistungsüberprüfung über das Portfolioformat. Diese Praxis wird auch von Lerch (2019) befürwortet, der betont, dass Selbstreflexion ein wichtiger Baustein für interdisziplinäres Arbeiten ist. Folgerichtig kommt das Portfolio in mehreren Veranstaltungen des Vernetzungsbereichs zur Anwendung, wobei sich die Nutzung der Plattform Mahara bewährt hat.

Die Festlegung des Prüfungsformates ist nicht nur im Hinblick auf die Einbettung in den Vernetzungsbereich relevant, sondern im Sinne des Constructive-Alignment-Prinzips gemeinsam mit den festgelegten Lernzielen die grundlegende Voraussetzung für die detailliertere Modulgestaltung (vgl. Biggs, Tang, 2011).



Abb. 4: Grundlegende Modulgestaltung.

### 3.2.2 Theoretische Fundierung anhand von Fachliteratur

Nach der Festlegung der grundlegenden inhaltlichen Ausrichtung (siehe Abschnitt 3.1) und der Festlegung der grundsätzlichen Modulstruktur (siehe Abschnitt 3.2.1) wurden ebenfalls literaturgestützt die inhaltlichen Schwerpunkte der einzelnen Seminarsitzungen entwickelt. Eine detaillierte Darstellung wäre an dieser Stelle unangebracht, doch soll kurz dargestellt werden, wie die Sichtung und Auswahl von Literatur in die weitere Konzeption eingebunden wurde.

Zunächst wurde die Literatur überblicksartig genutzt, um möglichst viele Themen in Zusammenhang mit dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zu identifizieren. Diese Themen wurden durch ein Brainstorming ergänzt und sowohl der Zielgruppe, also Lehramtsstudierenden der naturwissenschaftlichen Fächer (siehe Abschnitt 3.2.3), als auch Expert:innen (siehe Abschnitt 3.2.4) vorgelegt.

Die so ausgewählten Themen wurden im nächsten Schritt in einem Seminarplan angeordnet. Auch hierbei wurde Literatur zu Rate gezogen, um beispielsweise

die Abfolge von Themen logisch begründen zu können. So wird der Ansatz des forschend-entdeckenden Unterrichts von Höttecke (2008) als ein Unterrichtskonzept eingeordnet, um „Nature of Science“ in den Unterricht zu integrieren. Es erscheint daher als logische Abfolge, zunächst zu thematisieren, was „Nature of Science“ ist und welche Unterrichtsideen es dazu gibt, um in der Folgesitzung genauer auf den forschend-entdeckenden Unterricht einzugehen. Neben der Abfolge von Themen kann anhand von Literatur auch die Unterteilung von Themen in mehrere Seminarsitzungen sinnvoll begründet werden. Beispielhaft soll hier die Differenzierung der Kompetenz Erkenntnisgewinnung in „Naturwissenschaftliche Untersuchung“, „Naturwissenschaftliche Modellbildung“ und „Wissenschaftstheoretische Reflexion“ von Wellnitz et al. (2012) genannt werden, die genutzt wurde, um den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung in drei Seminarsitzungen fachdidaktisch theoretisch aufzuarbeiten.

Nachdem die Themen für den Seminarplan ausgewählt und in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht worden waren, wurden die einzelnen Sitzungen schließlich detailliert mit Inhalten gefüllt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die inhaltlichen Grundlagen sowie weiterführende Literaturangebote in jeder Seminarsitzung möglichst ausgewogen aus der Fachdidaktik Physik, Chemie oder Biologie stammen. Dabei war der Austausch mit Fachdidaktiker:innen aus allen drei Fächern hilfreich, um eine möglichst breite Literaturgrundlage zu schaffen. Diese Literatur sowie zusätzliche Ideen von anderen Fächern, die im Rahmen der Vernetzung (siehe Abschnitt 2.1 und Abschnitt 3.2.4) hinzukamen, vervollständigen schließlich die theoretische Fundierung.

### 3.2.3 Befragung der Zielgruppe

Neben der theoriegeleiteten Entwicklung ist auch eine forschungsorientierte Ausrichtung auf die Zielgruppe ein wichtiges Element der Konzeption. Dazu wurde ein Paper-Pencil-Test mit  $n = 43$  Lehramtsstudierenden durchgeführt. Die genauen Ergebnisse wurden bereits an anderer Stelle veröffentlicht (vgl. Tampe, Spatz 2019b) und sollen hier nur kurz zusammengefasst werden.

Die Notwendigkeit des Seminars konnte durch die Vorstudie bestätigt werden, die ergeben hatte, dass sich Lehramtsstudierende auf die interdisziplinären Unterrichtskonzeptionen signifikant schlechter vorbereitet fühlen als auf fachliche (Wilcoxon-Test). Auch schätzen sie ihr Vorwissen bezüglich der Vermittlung von Fachkompetenz signifikant besser ein als das bezüglich der drei anderen Kompetenzen „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ (starke und sehr starke Effekte, Wilcoxon-Test).

Zudem wurden den Studierenden im Fragebogen die geplanten Themen vorgeschlagen und von den Studierenden bezüglich des wahrgenommenen Vorwissens und ihres Interesses bewertet. Als Folge daraus wurden die Themen „Sicherheit“ und „elektronische Messwerterfassung“ aussortiert, die Themen „experimentelle Kompetenz im Schulalltag bewerten“ und „Experimentieren in heterogenen Lerngruppen“ als vollständige Sitzungen eingeplant. Bei der offenen Frage nach Wünschen gaben die Studierenden an, dass bereits im Grundlagenseminar praktische Unterrichtsideen integriert werden sollten. Zudem wünschten sie sich, dass das Projekt möglichst im realen Schulkontext stattfindet.

#### 3.2.4 Einbeziehen von Fachexpertise

Neben den Bedürfnissen der Studierenden wurde im gesamten Prozess auch immer wieder die Fachexpertise von anderen Lehrenden erfragt, sowohl von den Bildungswissenschaftler:innen, Fachdidaktiker:innen und Fachwissenschaftler:innen aus dem Vernetzungsbereich als auch explizit von Fachdidaktiker:innen aus den Fächern Biologie, Chemie und Physik, die nicht Teil des Vernetzungsbereichs sind.

Letztere wurden, wie bereits erläutert, in die Auswahl von Literatur einbezogen (siehe Abschnitt 3.2.2), spielten aber auch eine wichtige Rolle bei der Auswahl der Themen. Durch die genaue Kenntnis des Studiencurriculums ihres Faches konnten sie bei der Einordnung des erwartbaren Vorwissens zu den einzelnen Themen helfen. So konnte besser eingeschätzt werden, in welcher Tiefe die einzelnen Themen behandelt werden sollten. Beispielsweise gaben die Fachdidaktiken Chemie und Biologie an, dass „Nature of Science“ in ihren Studiengängen gar nicht thematisiert wird, sodass hier erst einmal der Begriff mit einer Definition eingeführt werden muss. Demgegenüber wird das Experimentieren bereits ausführlicher diskutiert, sodass diese Seminarsitzung an ein Grundwissen über die unterschiedlichen Ziele und Klassifizierungen von Experimenten anknüpfen kann.

Auch über die naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken hinaus konnten im Vernetzungsbereich wertvolle Expertisen in die Modulkonzeption einbezogen werden. So konnte die Deutschdidaktik Literatur- und Übungsideen für die Seminarsitzung zur Kommunikationskompetenz einbringen. Die Sitzung zum inklusiven Experimentieren, in der unter anderem die Experimentieranleitungen medial aufbereitet werden sollten, konnte durch Ideen der Mediendidaktik zur Gestaltung von Erklärvideos mit dem Smartphone aufgewertet werden. Für die Diskussion des Selbstverständnisses der Naturwissenschaften in der Sitzung zu „Nature of Science“ konnte die Geschichtswissenschaft einen interessanten historischen

Text von Werner Heisenberg beisteuern, der die Wandlung der Naturwissenschaftler:innen von Universalgelehrten, wie es Alexander von Humboldt vor 200 Jahren noch war, hin zu hochspezialisierten Wissenschaftler:innen in der aktuellen Forschung beschreibt (vgl. Heisenberg 1969). Neben diesen Details, die die Modulkonzeption abrunden, soll nicht vergessen werden, dass die Arbeit des Vernetzungsbereichs und darin vorhandene Expertisen bereits intensiv in die grundsätzliche Modulausrichtung einbezogen wurden (Abschnitte 3.1 und 3.2.1).

### 3.3 Finales Modulkonzept

Nach Abschluss der Modulkonzeption wurden die festgelegten Lernziele als Kompetenzziele ausformuliert (Abb. 5). Nachfolgend soll ein kurzer Überblick über das Ergebnis des im vorherigen Abschnitt dargestellten Konzeptionsprozesses gegeben werden.

<b>Lehrinhalte:</b>	<b>Kompetenzziele:</b>
<p>In dieser Veranstaltung beschäftigen sich die Studierenden mit den folgenden Aspekten:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Formen des naturwissenschaftlich-interdisziplinären Unterrichts</li><li>➤ Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften in Schule und Forschung (naturwissenschaftliche Untersuchungen, Modellbildung, Nature of Science)</li><li>➤ unterrichtspraktische Fragestellungen zum Experimentieren ("Wie kann man forschendes Lernen in der Schule umsetzen?", "Wie können Experimentalaufgaben in Leistungsüberprüfungen eingebunden werden?", "Wie plane ich Experimente für inklusive Lerngruppen?", ...)</li><li>➤ Projektplanung, -organisation und -durchführung: vorbereitende planerische sowie organisatorische Maßnahmen und Durchführung eines interdisziplinären Projekttagess im schulischen Kontext</li></ul>	<p>Die Studierenden können nach dem Modul ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ ... den Begriff Erkenntnisgewinnung differenziert erläutern;</li><li>➤ ... die Rolle von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht beschreiben;</li><li>➤ ... Unterrichtsideen zur Förderung der Kompetenz Erkenntnisgewinnung entwickeln und durchführen;</li><li>➤ ... zielbezogen Experimentiersettings entwickeln;</li><li>➤ ... die Wirkung von Experimenten antizipieren und reflektieren;</li><li>➤ ... Projektunterricht planen, organisieren und durchführen.</li></ul>

Abb. 5: Lehrinhalte und Kompetenzziele des Moduls „Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften“.

Den ersten Teil des Moduls bildet das theoriegeleitete Seminar (siehe auch Abb. 4), bestehend aus zwölf Seminarsitzungen. Die ersten beiden Sitzungen dienen dem Einstieg in das Seminar. Neben der obligatorischen Sicherheitseinweisung enthalten sie Übungen, in denen sich die Studierenden kennenlernen, ihre Erwartungen an das Seminar formulieren und ihr Vorwissen zum Thema Erkenntnisgewinnung in Concept Maps zusammentragen. Dabei werden bereits erste Daten für die Evaluation aufgenommen. Die Sitzungen 3 und 4 dienen der inhaltlichen Einführung, einerseits auf Ebene der Erkenntnisgewinnung, indem

ein Überblick über die Vielzahl der thematisch einschlägigen fachdidaktischen Modelle gegeben wird, und andererseits auf Ebene der interdisziplinären Ausrichtung, indem die Idee eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts diskutiert wird. Die anschließenden Sitzungen 5 bis 7 differenzieren die Kompetenz Erkenntnisgewinnung anhand des Modells von Wellnitz et. al. (2012) genauer in „naturwissenschaftliche Untersuchungen“, „Modelle“ und „Nature of Science“ aus und geben bereits erste Einblicke in Unterrichtskonzepte. Die Sitzungen 8 bis 10 sollen dem Wunsch nach unterrichtspraktischen Beispielen noch stärker gerecht werden und geben Einblicke in „forschend-entdeckendes Unterrichten“, „inklusive Experimentieren“ und den „Einsatz von Experimenten in Prüfungsaufgaben“. Aufgrund der identifizierten Notwendigkeit, auch die Kompetenzen „Kommunikation“ und „Bewertung“ zu integrieren, werden diese in der elften Seminarsitzung thematisiert. Beispielsweise wird hier auch auf die Anwendbarkeit von interdisziplinären Konzepten bei Socio-scientific Issues eingegangen. Die letzte Seminarsitzung stellt den Übergang in die Projektphase dar.

Das Projekt findet als interdisziplinäre Kleingruppenarbeit statt und umfasst das Ausarbeiten eines Experimentierprojekts für die Sekundarstufe I, das etwa die Dauer einer Doppelstunde umfasst. Das Seminar und insbesondere das Projekt werden kontinuierlich in einem Lehrportfolio reflektiert. So soll auch ein Zusammenhang zwischen dem Projekt und dem Seminar aktiv hergestellt werden. Diese Selbstreflexion wird im Abschlussgespräch zum Modulende vertieft.

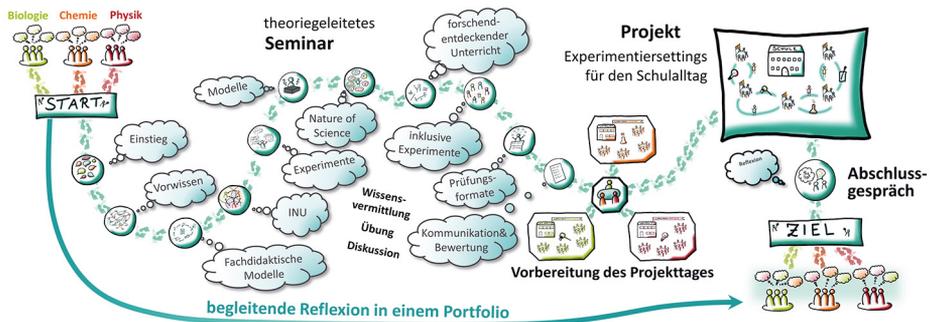


Abb. 6: Überblick über das Gesamtmodul (Advance Organizer nach Glathe, Seyfarth 2018).

#### 4 Einblicke in den ersten Moduldurchlauf

Um einen ersten Eindruck von der Umsetzbarkeit der geschilderten Konzeption zu ermöglichen, soll an dieser Stelle kurz vom ersten Moduldurchlauf berichtet werden. Zur Unterstützung werden dabei Zitate von Studierenden herangezogen,

die aus der Evaluation stammen. Im Rahmen des Design-Based-Research-Projekts wird aktuell eine ausführliche Evaluation mit weiteren Moduldurchläufen durchgeführt, von daher ist das im Folgenden Geschilderte nicht als systematisch abgeschlossenen Evaluation, sondern als erster begründeter Eindruck zu werten.

#### 4.1 Implementation des ersten Moduldurchlaufs

Zunächst müssen hier kurz Abweichungen des ersten Moduldurchlaufs vom geplanten Konzept (Abschnitt 3.3) dargestellt werden. Ursächlich dafür ist vor allem der Ausbruch der Corona-Pandemie im Frühjahr 2020, der dazu führte, dass der erste Moduldurchlauf mit  $n = 20$  Studierenden im Rahmen einer Online-Veranstaltung stattfand. So wurden aus den geplanten Sitzungen des Grundlagenseminars Selbstlerneinheiten in Moodle oder Online-Seminarsitzungen per Zoom. Um die durch das Online-Format verlorengehenden Möglichkeiten zur Interaktionen zumindest zu einem kleinen Teil ersetzen zu können, wurden interaktive Tools wie das Peer-Quiz oder der Peer-Feedback eingesetzt. Die Übungen wurden nicht wie geplant im Seminar besprochen, sondern als Teil des Portfolios hochgeladen. Um einen Einblick in andere Arbeitsergebnisse zu erhalten, schalteten sich die Studierenden ihre Portfolios gegenseitig frei. Eine Studentin fand dies eine gelungene Möglichkeit zum Austausch der Arbeitsergebnisse; sie erklärte: „Die Freigabe war sehr hilfreich, um zu sehen, wie die anderen mit der Aufgabenstellung umgehen. Außerdem war es interessant, andere Lösungen zu sehen.“

Einbußen bezüglich der geplanten Konzeption mussten vor allem am Projekt hingenommen werden. Das Projekt, in dem die Studierenden eine Doppelstunde zur Erkenntnisgewinnung ausarbeiten und erproben sollten, reduzierte sich auf die Materialentwicklung und beschränkte sich auf Heimexperimente, da es keine Möglichkeit gab, Experimente mit zusätzlichen Materialien in der Universität durchzuführen. Insbesondere das Wegfallen der Erprobung in der Schulpraxis war bedauerenswert, da so keine Reflexion über die Anwendung in der Schule möglich war.

#### 4.2 Eindrücke zur von Studierenden wahrgenommenen Relevanz und Vernetzung

Als Teil der Modulevaluation im Rahmen des Design-Based-Research-Projekts wurden neben anderen Evaluationsmethoden (wie Prae-Post-Fragebögen oder

Prae-Post-Concept-Maps) Interviews mit den teilnehmenden Studierenden geführt, um deren Wahrnehmungen im Nachgang zum Modul zu erfassen und gegebenenfalls neue Anknüpfungspunkte für die Weiterentwicklung zu identifizieren. Die Interviews wurden nach Kuckartz (2016) mit einer qualitativen Inhaltsanalyse aufbereitet und ein Categoriesystem zur Auswertung der Interviews entwickelt (vgl. Gunkel 2021, S. 29–33). Im Folgenden werden einzelne Aspekte der beiden Kategorien „Bedeutung des Moduls für den Beruf“ und „Wahrgenommene Vernetzung“ dargestellt, da diese konzeptionell von großer Bedeutung sind.

#### 4.2.1 Wahrgenommene Bedeutung für den Beruf

Auf die Frage, ob die Veranstaltungsteilnehmer:innen das Modul als relevant empfinden, antwortete eine Studentin: „Ich fand diesen Kurs sehr, sehr relevant für das, was ich später vielleicht machen werde“. Die Relevanz, die in ähnlicher Weise auch andere Studierende schilderten, machten die Studierenden vor allem an den vielen beispielhaften Unterrichtsmaterialien deutlich, die aus unterrichtspraktischen Zeitungen oder von praktizierenden Lehrkräften übernommen worden waren. Ein Student erklärte: „Man hat viel gemacht, was man vielleicht auch im Beruf dann später auch sogar verwenden kann“. Er verweist damit auf die vielen Übungsergebnisse und die Projekte, die im späteren Unterricht ausprobiert werden könnten (Abb. 7). Die Studierenden verweisen außerdem darauf, dass sie das Kursmaterial nachhaltig verwenden möchten, beispielsweise als Hilfestellung zur Materialgestaltung oder auch, um in Inhalten von Präsentationen und Literatur nachzuschauen, wenn sie sich in ihrem späteren Beruf mit der Erkenntnisgewinnung auseinandersetzen.

Es lässt sich also resümieren, dass die Studierenden eine hohe Relevanz für den Beruf wahrnehmen. Dies ist kein Beleg, dass das Modul auch tatsächlich die angestrebte „berufsbezogene Kompetenz“ vermittelt, was eine Studentin durchaus reflektiert, da sie „nicht weiß, ob [...] das später gut einbaubar ist“. Es ist jedoch klar die Absicht erkennbar, dass die Studierenden Inhalte aus dem Seminar in ihrer spätere Berufspraxis integrieren möchten.

#### 4.2.2 Wahrgenommene Vernetzung

Anders als von der Lehrperson des Moduls insbesondere aufgrund des Online-Formates eingeschätzt, schreiben die Studierenden dem Seminar eine gelungene Vernetzung zu (vgl. Gunkel 2021, S. 63). Ein Student bewertet die grundsätzliche Idee interdisziplinärer Veranstaltungen generell positiv, indem er angibt, froh zu sein, dass „überhaupt darüber gesprochen wird, dass man fächerübergreifenden Unterricht macht und dass darüber überhaupt nachgedacht wird“.

### **Überblick über die unterrichtspraktischen Arbeitsprodukte des Moduls:**

- Sitzung 6 (Modelle): Entwurf einer Unterrichtsidee anhand eines selbstgewählten naturwissenschaftlichen Modells für den naturwissenschaftlichen Unterricht
- Sitzung 7 (Nature of Science): Entwurf einer Unterrichtsidee zur Einbindung von „Nature of Science“ in den naturwissenschaftlichen Unterricht
- Sitzung 8 (Forschend-entdeckender Unterricht): geöffnete Aufgabenstellungen zu einem typischen geschlossenen Schulexperiment
- Sitzung 9 (Inklusives Experimentieren): medial aufbereitete Experimentieranleitung (z. B. Video, Podcast, Stop-Motion-Video, Bilderanleitung) für eine erhöhte Zugänglichkeit zum Experiment
- Sitzung 10 (Prüfungsaufgabe): Prüfungsaufgabe mit Bewertungshorizont, in die ein experimenteller Anteil integriert ist
- Sitzung 11 (Bewertung): Unterrichtsidee nach der Journalistenmethode für eine selbst gewählte Socio-scientific Issue
- Sitzung 11 (Kommunikation): klassisches Diagramm kommentiert mit Sprechblasen zum besseren Übersetzen des Diagramms in die gesprochene Sprache
- **Abschlussprojekt: Experimentiersetting zur Förderung der Erkenntnisgewinnung in der Sekundarstufe I (90-minütig)**

Abb. 7: Überblick über die von den Studierenden entwickelten Arbeitsprodukte im Rahmen des Moduls.

Die gelungene Vernetzung machen die Studierenden daran fest, dass in fast jeder Seminarsitzung sowohl das Grundlagenwissen und die Literatur als auch unterrichtspraktische Beispiele aus allen drei naturwissenschaftlichen Fächern zur Verfügung standen. Die durch Übungen initiierte Arbeit mit fachfremden Themen beschreibt ein Student als gute Möglichkeit, um die Auseinandersetzung auch mit den anderen Fächern zu garantieren. Eine Studentin gab sogar an, dass sie dies auch gerne freiwillig bei Aufgaben gemacht hat, bei denen dies nicht vorgeschrieben war. Ein Student führt weiter aus, dass der Einblick in die anderen Themen ihn vielleicht später dazu anregt, diese auch in seinem Fach einzubinden. Ein anderer Student formuliert im Interview dazu konkret Fragen, die er sich bei der Bearbeitung fachfremder und facheigener Themen gestellt habe: „Welche Themen sind in beiden? Wo sind die vielleicht sogar parallel? Wo sollte man Brücken schlagen?“

Auf die Frage nach weiteren Vernetzungsmöglichkeiten schlägt ein Student mehr Bearbeitungsmöglichkeiten der Aufgaben in interdisziplinärer Partner- oder Gruppenarbeit vor. Ein anderer Student hat hingegen die Idee, die Ausarbeitung der Übungen weiterhin zunächst allein zu beginnen und dann erst in einem nächsten Schritt im Austausch mit Studierenden aus einem anderen Fach inter-

disziplinäre Diskussionen zu führen. Eine Studentin geht sogar so weit, dass man bei den Übungen möglichst häufig fordern sollte, diese für alle drei Fächer zu bearbeiten, um dies abschließend reflektieren zu können. Abgesehen von diesen Arbeitsweisen wünschen sich die Studierenden, dass nicht nur zu jedem Thema nebeneinanderstehende Beispiele aus den drei Fächern gefunden werden, sondern dass vor allem auch immer wieder Themen vorgeschlagen werden, die sich für fächerverbindendes und fächerübergreifendes Arbeiten im Unterricht eignen.

Die Ergebnisse der Interviews zeigen, dass die Studierenden bereits den vernetzenden Charakter der Veranstaltung für sich als gewinnbringend wahrnehmen, liefern aber auch wertvolle Hinweise, wie man das Modul in den kommenden Semestern noch verbessern kann. Insbesondere ist dabei angedacht, beispielhaft aufzuzeigen, welche Themen man naturwissenschaftsübergreifend unterrichten kann.

## 5 Fazit

In Hinblick auf die Multiperspektivität aktueller gesellschaftliche Herausforderungen erscheint das Fördern von interdisziplinärem Denken als wichtiger Baustein in der Schulausbildung. Dies kann jedoch nur gewährleistet werden, wenn interdisziplinäres Denken bereits aktiv im Lehramtsstudium gefördert wird, um Lehrkräfte auf entsprechenden Unterricht vorzubereiten.

Mit diesem Ziel wurde der Vernetzungsbereich an der Technischen Universität Darmstadt als neues Studienelement etabliert, für den unter der Federführung einer Fachwissenschaft, Fachdidaktik oder Bildungswissenschaft jeweils einzelne Module ausgearbeitet wurden. In diesem Beitrag wurde exemplarisch am Modul „Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften“ gezeigt, wie integrierende Strukturelemente wie der Vernetzungsbereich in der Lehrerbildung genutzt werden können, um Lehrangebote über die eigenen Fächergrenzen hinaus zu entwickeln. Durch die Federführung existiert einerseits eine klare Verantwortlichkeit, aufgrund der Infrastruktur des Vernetzungsbereichs wird andererseits durch systematische und regelmäßige Austauschtreffen gewährleistet, dass das Modul durch interdisziplinäre Kooperationen bereichert wird.

Erste Evaluationsergebnisse zeigen, dass die in der Konzeption intendierten Ziele, eine Relevanz des Moduls für den Beruf herzustellen und Vernetzungsmöglichkeiten zu integrieren, im ersten Moduldurchlauf auch bei den Studierenden wahrgenommen wurden.

## Literatur

- Allmendinger, Jutta; Ebner, Christian und Nikolai, Rita (2009). Soziologische Bildungsforschung. In: R. Tippelt und B. Schmidt (Hrsg.): Handbuch Bildungsforschung. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, S. 47–70
- Biggs, John und Tang, Catherine (2011). Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does. New York: Society for Research into Higher Education und Open University Press, 4. Aufl.
- Bruder, Regina und Kümmerer, Burkhard (2019). Mathematik verbindet: Ein neuer Vernetzungsbereich für das gymnasiale Lehramt im Darmstädter Projekt MINTplus in der Qualitätsoffensive Lehrerbildung. In: GDM-Mitteilungen, 107, S. 27–32
- Emden, Markus und Sumfleth, Elke (2012). Prozessorientierte Leistungsbewertung des experimentellen Arbeitens: Zur Eignung einer Protokollmethode zur Bewertung von Experimentierprozessen. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), 65:2, S. 68–75
- Feierabend, Timo und Eilks, Ingo (2009). Bioethanol: Bewertungs- und Kommunikationskompetenz schulen in einem gesellschaftskritisch problemorientierten Chemieunterricht. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), 62: 2, S. 92–97
- Fraefel, Urban (2014). PST through University-School Partnerships – “Partner schools for Professional Development”: Development, implementation and evaluation of cooperative learning in schools and classes. Conference Paper WERA 19–21 November 2014, Edinburgh
- Gallenbacher, Jens und Bruder, Regina (2017). Ein Vernetzungsbereich als neues Studienelement im MINT-orientierten Studiengang Lehramt am Gymnasium. In: TU Darmstadt (Hrsg.): MINTplus: Systematischer und vernetzter Kompetenzaufbau in der Lehrerbildung. Darmstadt: TU Darmstadt, S. 18–19. [https://www.zfl.tu-darmstadt.de/media/zfl/das\\_zfl/projekte\\_1/mintplus\\_1/uebersicht\\_12/Broschuere\\_Projekt\\_MINTplus\\_TU\\_Darmstadt.pdf](https://www.zfl.tu-darmstadt.de/media/zfl/das_zfl/projekte_1/mintplus_1/uebersicht_12/Broschuere_Projekt_MINTplus_TU_Darmstadt.pdf) [30.6.2022]
- Glathe, Annette und Seyfarth, Diana (2018). Methodensammlung: Aktivierende Methoden in großen Vorlesungen. Darmstadt: Hochschuldidaktische Arbeitsstelle der TU Darmstadt
- Gunkel, Lea (2021). Evaluation eines Seminars zur Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften anhand von Studierendeninterviews. Darmstadt
- Günther, Johannes und Labudde, Peter (2012). Fächerübergreifend unterrichten – warum und wie? Argumente und Bedingungen für fächerübergreifendes Lehren und Lernen. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 23:132, S. 4–8

- Heisenberg, Werner (1969). Über die Möglichkeit einer universellen wissenschaftlichen Bildung in unserem Zeitalter. In: H. Pfeiffer (Hrsg.): Alexander von Humboldt: Werk und Weltgeltung. München: R. Piper und Co. Verlag, S. 9–13
- Höttecke, Dietmar (2008). Was ist Naturwissenschaft? Physikunterricht über die Natur der Naturwissenschaften. In: Unterricht Physik, 19:103, S.4–11
- Jungert, Micheal (2013). Was zwischen wem und warum eigentlich? Grundsätzliche Fragen der Interdisziplinarität. In: M. Jungert et al. (Hrsg.): Interdisziplinarität: Theorie, Praxis, Probleme. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2. Aufl.
- Kremer, Kerstin (2010). Die Natur der Naturwissenschaften verstehen: Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I. Diss. Universität Kassel
- Kultusministerkonferenz (2004). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss der KMK vom 16.12.2004
- Kultusministerkonferenz (2004). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss der KMK vom 16.12.2004
- Kultusministerkonferenz (2004). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss der KMK vom 16.12.2004
- Labudde, Peter (2017). Facettenreiche Naturwissenschaft: Perspektiven und Herausforderungen integrierter naturwissenschaftlicher Unterrichts. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 28:161, S. 2–7
- Lerch, Sebastian (2017). Interdisziplinäre Kompetenzen. Münster/New York: Waxmann
- Lerch, Sebastian (2019). Interdisziplinäre Kompetenzbildung: Fächerübergreifendes Denken und Handeln in der Lehre fördern, begleiten und feststellen. In: nexus Impulse. Bonn: Hochschulrektorenkonferenz
- Mayer, Jürgen (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: D. Krüger und H. Vogt (Hrsg.): Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Berlin, New York: Springer, S. 177–186.
- Nationales MINT Forum (2013) (Hrsg.). Zehn Thesen und Forderungen zur MINT-Lehramtsausbildung: Empfehlungen des Nationalen MINT Forums Nr.1. München: Herbert Utz Verlag. [https://www.nationalesmintforum.de/fileadmin/medienablage/content/publikationen\\_und\\_empfehlungen/empfehlungen/2013/10-thesen\\_mint-lehrerbildung.pdf](https://www.nationalesmintforum.de/fileadmin/medienablage/content/publikationen_und_empfehlungen/empfehlungen/2013/10-thesen_mint-lehrerbildung.pdf) [30.6.2022]
- Sadler, Troy D. (2004). Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of research. In: Journal of Research in Science Teaching, 41, S. 513–536
- Seneca, Lucius Annaeus (ca. 62 n. Chr.). Epistulae Morales ad Lucilium 106, S. 11–12
- Sommer, Katrin (2018). Unterrichtskonzeptionen und Unterrichtsverfahren. In: K. Sommer; J. Wambach-Laicher und P. Pfeifer (Hrsg.): Konkrete Fachdidaktik

- Chemie: Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht. Seelze: Aulis/Friedrich Verlag, S. 262–301
- Sommer, Katrin und Pfeifer, Peter (2018). Experiment und Erkenntnis. In: K. Sommer, J. Wambach-Laicher und P. Pfeifer (Hrsg.): Konkrete Fachdidaktik Chemie: Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht. Seelze: Aulis/Friedrich Verlag, S. 72
- Sonntag, Monika et al. (2017). Forschendes Lernen im Seminar: Ein Leitfaden für Lehrende, Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin. [https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/22764/Leitfaden%20Forschendes%20Lernen\\_2\\_Aufl%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/22764/Leitfaden%20Forschendes%20Lernen_2_Aufl%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [30.6.2022]
- Straube, Philipp (2016). Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik. Berlin: Logos
- Tampe, Jana und Spatz, Verena (2019). Entwicklungsprojekt: „Experimentelle Methoden der Naturwissenschaften ganzheitlich begreifen und vermitteln“. In: V. Nordmeier und H. Grötzebach (Hrsg.): PhyDid B – Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung. Aachen, Berlin: DPG, S. 137–142
- Tampe, Jana und Spatz, Verena (2020). Konzeption eines interdisziplinären Moduls zur Erkenntnisgewinnung. GDCP Jahrestagung in Wien, 40, S. 896–899
- Wellnitz, Nicole et al. (2012). Evaluation der Bildungsstandards: Eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 18, S. 261–291
- Wilhelm, Thomas und Hopf, Martin (2014). Design Forschung. In: D. Krüger, I. Parchmann und H. Schecker (Hrsg.): Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin: Springer Spektrum, S. 31–42

## Förderhinweis

Das Projekt „MINTplus<sup>2</sup>: Systematischer und vernetzter Kompetenzaufbau in der Lehrerbildung im Umgang mit Digitalisierung und Heterogenität“ wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.



## Danksagung

Ein herzliches Dankeschön geht an die Initiatoren der Projekte MINTplus und MINTplus<sup>2</sup>, die den Rahmen für die Ausarbeitung dieses Moduls geschaffen haben, sowie an alle Mitglieder des Vernetzungsbereiches für den engagierten und produktiven Austausch, der die Modulentwicklung in vielerlei Hinsicht bereichert hat.

## Autorinnen

**Jana Biedenbach.** Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich Physik, AG Didaktik der Physik der Technischen Universität Darmstadt. Forschungsschwerpunkte: Interdisziplinäre Vernetzung von Biologie, Chemie und Physik im Lehramtsstudium, kompetenzorientierter naturwissenschaftlicher Unterricht  
[jana.tampe@physik.tu-darmstadt.de](mailto:jana.tampe@physik.tu-darmstadt.de)

**Jun.-Prof. Dr. Verena Spatz.** Juniorprofessorin im Fachbereich Physik und Leiterin der AG Didaktik der Physik der Technischen Universität Darmstadt. Forschungsschwerpunkte: Conceptual Change durch inhaltspezifisches Lehren und Lernen, Auswirkungen der Mindsets von Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht, Entwicklung, Implementation und Evaluation von Lehrinnovationen in Design-Based-Research-Projekten  
[verena.spatz@physik.tu-darmstadt.de](mailto:verena.spatz@physik.tu-darmstadt.de)

Korrespondenzadresse:

Jana Biedenbach  
Technische Universität Darmstadt  
Fachbereich Physik  
Hochschulstraße 12  
64289 Darmstadt