

1 Persönliche Motivation und Einbindung in die Expertise an der FH Münster

In seinem eigentlichen Wortsinn trifft der Begriff Vorlesung zwar meist nicht mehr zu – am Konzept ‚Einer spricht, der Rest hört zu‘ hat sich in den Hörsälen trotzdem wenig geändert. Die akademische Lehre in den Naturwissenschaften ist gerade in den Grundlagenfächern im Bachelor auch an Fachhochschulen geprägt von oftmals seit Jahren unveränderten, überwiegend monodirektional durchgeführten Vorlesungen. Deren Inhalte werden dann in vorlesungsbegleitenden Übungen anhand von Aufgaben in variierender Komplexität mit etwas mehr Interaktion zwischen Lehrenden und Studierenden nachbesprochen, vertieft und angewendet. Diese traditionellen Formate bieten wenig Raum, um auf individuelle Vorkenntnisse und Verständnisschwierigkeiten einzelner Studierender einzugehen, handelt es sich doch um Formate der eindimensionalen Kommunikation Lehrende*r – Studierende*r.

Gleichzeitig ist es hochschulische Realität, dass die Studierendenschaft sich zunehmend heterogener gestaltet, einheitliche Vorkenntnisse können nicht (und konnten vermutlich noch nie) vorausgesetzt werden. Das Problem der fehlenden Passung zwischen schulisch erworbenen fachlichen Vorkenntnissen und Strategien des Lernens und der Selbstorganisation einerseits und den andererseits von Seiten der Hochschule geforderten Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die studentischen Bedürfnisse nach Orientierung und Zugehörigkeit möchten wir mit diesem Projekt angehen und bewerben uns daher um ein Tandem-Fellowship. Wir – das sind Dr. Stephanie Möller als Chemie-Lehrende in den Grundlagenmodulen und Dr. Ines Sonnenschein als (Fach-)Didaktikerin.

„Brücken bauen“ ist das zentrale Motiv unseres Ansatzes zur Verbesserung der Studieneingangsphase und kommt daher auch in diesem Antrag auf mehreren Ebenen zum Tragen. Es beschreibt den didaktischen Ansatz unseres Konzepts auf inhaltlicher und struktureller Ebene und kennzeichnet ebenso die Zusammensetzung des Tandems, indem es der Forderung nach einer engen Zusammenarbeit zwischen konkreter Fachwissenschaft und fachbezogener Hochschuldidaktik nachkommt und so ebenso auf der Ebene der hochschulischen Profession Brücken baut.

Ines Sonnenschein bringt als Hochschuldidaktikerin sowie als promovierte Chemiedidaktikerin umfassende Erfahrungen mit der Innovation von Hochschullehre in den Naturwissenschaften mit. Sie hat während ihrer Tätigkeit im Bereich der Lehr-/Lernforschung Chemie an der Humboldt-Universität zu Berlin bereits umfassende Erfahrungen mit problembasierter Gestaltung von Grundlagenpraktika, insbesondere in der Analytischen Chemie, gesammelt. Gleichzeitig hat sie in ihren Forschungsprojekten immer wieder die Notwendigkeit herausgearbeitet, nicht nur die Grundlagenpraktika, sondern auch die Grundlagenvorlesungen und damit die Studieneingangsphase zu innovieren.¹

Während die fachbezogene Hochschuldidaktik auf Ebene der Gestaltung von Praktika mittlerweile eine Reihe von innovativen Ansätzen (problembasiertes Lernen, fallbasiertes Lernen) hervorgebracht hat, hat sich in Bezug auf die Gestaltung von nicht-praxisbezogenen Grundlagenveranstaltungen in den Naturwissenschaften noch wenig verändert. Ansätze der Verbesserung der Studieneingangsphase in den Naturwissenschaften beschränken sich noch immer zu stark auf dem Studium vorgeschaltete oder nur lose mit den konkreten Inhalten verknüpfte sogenannte Brückenkurse, die vor allem auf die Behebung von Defiziten – allein diese Zweckzuweisung ist im Hinblick auf die Motivation der Studierenden fragwürdig – ausgerichtet sind. Darüber hinaus leisten diese Angebote nur wenig im Hinblick auf die Identifikation der Studierenden mit Fach und Hochschule, so die Schlussfolgerungen aus ihren Untersuchungen. Nach Abschluss des Projektes an der Humboldt-Universität wechselte Ines Sonnenschein als Hochschuldidaktikerin an die FH Münster. Hier gibt es mit der Institution des Wandelwerks und ihrem Leiter Prof. Dr. Thilo Harth bereits eine ausgewiesene hochschuldidaktische Expertise. Ines Sonnenschein arbeitet im Wandelwerk überwiegend in der Curriculumsentwicklung, konnte hier aber auch als Mitarbeiterin des auslaufenden Projektes „Wandel bewegt 2.0“ in der Vergangenheit umfassende Er-

¹ Sonnenschein, I. (2019). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen Studierender im Labor. Berlin: Logos.

fahrungen in der Begleitung von Lehrentwicklungsprojekten sammeln, insbesondere in den Ingenieurwissenschaften.² Sie ist durch diese Tätigkeit sehr gut vernetzt mit Hochschullehrenden, die sich in kleinen Projekten Innovationen in der Lehre zutrauen und durchführen und kann auf diese als hochschulinterne Berater für das geplante Projekt zurückgreifen. Weiterhin ist Ines Sonnenschein als Teil des breit aufgestellten Wandelwerks der FH Münster ebenso gut mit den dort ansässigen Verantwortlichen für Mediendidaktik, E-Teaching, Evaluation, Qualitätsmanagement und Akkreditierung sowie allgemeine hochschuldidaktische Weiterbildung vernetzt.

Am Fachbereich Chemieingenieurwesen sind mit Prof. Dr. Thomas Jüstel als Dekan des Fachbereichs und insbesondere mit der antragstellenden Lehrenden Dr. Stephanie Möller innovationsfreudige Fachkolleg*innen vertreten, die nicht nur ebenfalls die Notwendigkeit der Weiterentwicklung von Lehrveranstaltungen sehen, sondern sich diese auch zutrauen. Stephanie Möller hat selbst am Fachbereich studiert und nachfolgend an der Universität Osnabrück im Bereich der angewandten Materialwissenschaften zu anorganischen Lumineszenzkonvertern promoviert.³ Schon während der Promotion hat sie im Wintersemester 2013/14 die Lehre im Modul Analytische Chemie hauptverantwortlich übernommen. Sie ist daher noch nah an der Studierendenperspektive und hat aus diesem Erfahrungshorizont heraus bereits Innovationen in der Lehre am Fachbereich angestoßen und umgesetzt. In Ermangelung eines Experimentalhörsaals hat Stephanie Möller in einem zweijährigen, vom BMBF geförderten Projekt (2017-2019) moderne Videoclips zur Unterstützung der Lehre produziert, die mit großem Erfolg eingesetzt werden.⁴ Sie besitzt darüber hinaus umfassende Lehrerfahrung im Bereich Chemie für Nicht-Chemiker*innen, so z. B. im Modul „Chemie für Ingenieure“, welches für einige Bachelor-Studiengänge in den Fachbereichen Physikingenieurwesen und Maschinenbau Pflichtmodul ist.

In ihrer Funktion als Lehrende hat sie erlebt, mit welchen zum Teil gravierenden fachlichen Defiziten, aber auch Defiziten in der Selbstorganisation die Studierenden ein Studium der Ingenieurwissenschaften in den verschiedenen Fachbereichen an der FH Münster beginnen. Studierende berichteten immer wieder von unzureichenden Vorkenntnissen und Anpassungsschwierigkeiten in Bezug auf das selbstgesteuerte Lernen an der Hochschule. Stephanie Möller hat durch Gespräche mit Studierenden, Einblicke in Evaluationsdaten individuelle Leistungen der Studierenden bei der Modulprüfung und im Laborpraktikum weiterhin den Eindruck gewonnen, dass die unterschiedlichen Wege an die Hochschule und die damit verbundenen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie Einstellungen sich unterschiedlich auf die Studienzufriedenheit, den Erfolg im Studium und damit auf den Verbleib im Studium auswirken. Studierende, die auf direktem Weg vom Gymnasium an die Hochschule kommen, sind durch die wissenschaftspropädeutische Ausbildung vertrauter mit der Art der akademischen Lehr- und Lernkultur und Prozessen, während Studierende von berufsbildenden Schulen oder auch Studierende mit vorausgehender langjähriger Praxiserfahrung Schwierigkeiten im Bereich des akademischen Umgangs mit Konzepten haben, dafür ihre Stärken in der praktischen Arbeit dann später im Labor ausspielen können.

Über den Austausch zu Verbesserungspotenzialen in den Grundlagenveranstaltungen, angestoßen durch das von Stephanie Möller durchgeführte Projekt der Entwicklung von Videoclips zur Unterstützung der Lehre, stellten die Antragsstellenden fest, dass sich die subjektiven Erfahrungen von Stephanie Möller mit den Daten empirischer Studien zum Studienabbruch von Studierenden naturwissenschaftlicher Fächer decken, mit denen sich Ines Sonnenschein schon seit ihrer Promotionszeit auseinandersetzt. Insbesondere im Fach Chemie ist die Studienabbruchquote bundesweit mit durchschnittlich 45 % besonders hoch und in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen.⁵ Gerade die Gruppe, die

² Lilienthal, J. & Sonnenschein, I. (2020, accepted). Exploring future work processes – Conclusions from an interdisciplinary project in Building Information Modeling. Accepted in ETH Learning and Teaching Journal.

³ Möller, S. (2016). Sensibilisierung von Nd³⁺ durch Ce³⁺ und Eu²⁺ - Effiziente Materialien für die Konversion von blauer in nahinfrarote Strahlung. (Dissertation, <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:700-2016120815185>, 13.7.2020)

⁴ <https://www.fh-muenster.de/ciw/personal/professoren/moeller/labor-in-den-hoersaal.php> (13.07.2020)

⁵ Heublein, U. & Schmelzer, R. (2018). Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Berechnung auf Basis des Absolventenjahrgangs 2016. Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung. Hannover. Verfügbar unter <https://idw-online.de/en/attachmentdata66127.pdf> (24.06.2020).

nicht über den direkten gymnasialen Weg an die Hochschule kommt, ist in den ersten Semestern, in denen es um die theoretische Grundsteinlegung in Analytischer, Allgemeiner und Anorganischer Chemie geht, von Studienabbruch gefährdet.⁶ Weiterhin sind viele Studierende im ersten Semester mit den Anforderungen, die das Studium an ihr fachliches Verständnis und insbesondere auch an ihre Fähigkeiten zur Selbstorganisation des eigenen Lernprozesses und zum sinnvollen Einsatz von Lernstrategien stellt, sehr stark herausge- und gelegentlich auch überfordert.⁷ Neben den generellen Anforderungen, die ein Studium an Selbstorganisation und -motivation sowie den adäquaten Gebrauch von Lernstrategien stellt, ist insbesondere in der Chemie das Vorwissen (das fachbezogene wie das mathematische) und das Konzeptverständnis in Bezug auf Nutzen, Anwendung und Umgang mit Modellen relevant. Die Chemie ist grundlegend auf die Repräsentation von chemischen Vorgängen und stofflichen Eigenschaften durch Modelle angewiesen, da die submikroskopische Ebene (Teilchenebene) nicht unmittelbar sinnlich zugänglich ist.⁸

Unsere gemeinsame Überzeugung ist es, dass nur ein ganzheitliches, in der Fachwissenschaft fest verankertes Konzept zur Gestaltung des Einstiegs in das Studium zur Erhöhung von Studienerfolg und Studienzufriedenheit beitragen kann. Kooperationen zwischen fachbezogener Hochschuldidaktik und Fachwissenschaft sind im Sinne der Qualitätsverbesserung von Studium und Lehre schon lange gefordert.⁹ Dennoch sind derart problem- und lösungsorientierte Kooperationen von fachbezogener Lehr-/Lernforschung und fachlicher Lehrexpertise bisher an den Hochschulen wenig vertreten. Dieses Projekt bietet die Chance aufzuzeigen, wie durch eine enge Zusammenarbeit von Fachdisziplin und fachbezogener Hochschuldidaktik naturwissenschaftliche Grundlagenmodule didaktisch und fachwissenschaftlich so aufbereitet werden, dass sie (so die in diesem Antrag auch empirisch unterfütterte Annahme der Antragsstellerinnen) zu nachhaltig verbessertem Studienerfolg und einer erhöhten Studienmotivation führen. Damit kommt dem hier beantragten Vorhaben eine Leuchtturmfunktion zu: Die Resultate werden deutlich über die FH Münster hinaus strahlen und als Vorbild auch für andere Hochschulen dienen.

In ihrem Hochschulentwicklungsplan IV¹⁰ (2016 bis 2020) hat die FH Münster als allererstes strategisches Ziel festgehalten, den Studienerfolg für eine zunehmend heterogene Studierendenschaft über den gesamten Student Life Cycle zu optimieren. In diesem Sinne ist das hier beantragte Projekt auch ein Baustein zur Realisierung des Bildungsleitbildes¹¹ der FH Münster, dessen zentrales Ziel der Studienerfolg ihrer Studierenden ist. Studienerfolg hier bedeutet, dass nach Durchlaufen des gesamten Studiums wissenschaftlich befähigte sowie wandlungsfähige und -bereite Absolvent*innen die Hochschule verlassen. Dabei ist die Verschränkung der beiden Ziele eines Hochschulstudiums – Persönlichkeitsentwicklung und wissenschaftliche und berufliche Befähigung – ein zentrales Profilmerkmal der FH Münster.

2 Konzept des Lehrprojektes „Brücken bauen“

2.1 Konzept und Ziel des Lehrprojektes

Das Ziel des Lehrprojektes „Brücken bauen“ ist es, die Studieneingangsphase für Chemieingenieur*innen in Bezug auf die beiden auch inhaltlich verschränkten Grundlagenmodule Analytische Chemie und

⁶ Müller, S. & Schneider, T. (2013). Educational pathways and dropout from higher education in Germany. In: LLCS 4 (3), S. 218–241.

⁷ Gibney, A.; Moore, N.; Murphy, F. & O’Sullivan, S. (2011). The first semester of university life; ‘will I be able to manage it at all?’. In: High Educ 62 (3), S. 351–366.

⁸ Johnstone, A. H. (2010). You can’t get there from here. Journal of Chemical Education. 87 (1), 22-29.

⁹ Überblick in: Vogelsang, C. & Woitkowski, D. (2017). Physikdidaktische Forschung in der Hochschule. Eine Übersicht über Forschungsdesigns und – methoden. In: Die Hochschullehre. Interdisziplinäre Zeitschrift für Studium und Lehre. (3), S. 1-21. Verfügbar unter http://www.hochschullehre.org/wp-content/files/diehochschullehre_2017_Vogelsang_Woitkowski_PhysikdidaktischeForschung.pdf (14.07.2020).

¹⁰ <https://www.fh-muenster.de/hochschule/downloads/hep-2016.pdf> (14.7.2020)

¹¹ <https://www.fh-muenster.de/hochschule/downloads/FH-Muenster-Bildungsleitbild-012019.pdf> (14.7.2020)

Allgemeine Chemie – Anorganische Chemie inhaltlich und didaktisch so zu gestalten, dass der Studienerfolg und die Studienzufriedenheit maßgeblich erhöht werden. Das Projekt umfasst die didaktische und inhaltliche Überarbeitung der Pflichtmodule Analytische Chemie und Allgemeine Chemie – Anorganische Chemie, welche für Studierende des Chemieingenieurwesens im ersten Semester einen wesentlichen Teil der Einführung in die hochschulische Chemieausbildung darstellen und die einen Umfang von 5 bzw. 6 SWS und 5 bzw. 7 CP (davon für Anorganische Chemie 2 SWS) aufweisen. Gegenstand dieser Module sind die Grundlagen der analytischen Chemie sowie die grundlegenden Konzepte der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie. Je nach Jahrgangsstärke belegen jedes Jahr ca. 100 Studierende im ersten Semester diese Module. Beide Module finden aufeinander abgestimmt als klassische Vorlesung mit begleitender Übung statt und münden in einem Praktikum zu den Grundlagen der Quantitativen Analyse.

2.2 Gründung des Konzepts auf drei Pfeilern

Zu den (überwiegend fachunspezifischen) Prädiktoren für den Studienerfolg liegen mittlerweile eine große Anzahl an empirischen Studien vor. Dabei herrscht überwiegend Einigkeit darüber, dass die Passung zwischen individuellen und hochschulisch angebotenen Studienbedingungen ein wesentlicher Prädiktor für den Studienerfolg sind.¹² Neben den generellen, stabilen Persönlichkeitsmerkmalen (insb. kognitive Fähigkeiten) und den individuellen sozio-ökonomischen Startbedingungen, die die einzelnen Studierenden mitbringen, sind es vor allem und insbesondere, da maßgeblich durch die Hochschullehre beeinflussbar, die individuellen Lernvoraussetzungen, die maßgeblichen Einfluss auf den Studienerfolg haben.¹³ Hier spielen in den Naturwissenschaften die Passung und Anschlussfähigkeit von fachspezifischen Erwartungen, Motivation und Interesse, fachspezifischem Vorwissen sowie die Fähigkeit zum Einsatz kognitiver und metakognitiver Lernstrategien eine bedeutende Rolle. Nicht zuletzt können auch Vorbilder in ihrer konkreten Arbeitsumgebung dazu dienen, den Zusammenhang zwischen zunächst abstrakt erscheinenden Grundlagen und praxisnahen Fragestellungen herzustellen und so einen Beitrag dazu leisten, die Frage nach Sinn und Nutzen von aus Studierendensicht zunächst unnötig erscheinenden Inhalten zu klären.

Das von uns entwickelte Grundkonzept operationalisiert diese Aspekte fachbezogen und mit Blick auf die individuellen Bedingungen an der FH Münster und definiert sie als Pfeiler, welche gemeinsam eine solide Brücke zwischen Schul- und Ausbildungserfahrungen bilden (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1. Grundkonzept des Lehrprojektes „Brücken bauen“ zur Neugestaltung der Studieneingangsphase im Bachelor-Studiengang Chemieingenieurwesen der FH Münster

¹² Lewin; D. & Lischka, I. (2004). *Passfähigkeit beim Hochschulzugang als Voraussetzung für Qualität und Effizienz von Hochschulbildung* (HoF-Arbeitsbericht 6/2004). Institut für Hochschulforschung (HoF): Halle-Wittenberg. Verfügbar unter https://www.hof.uni-halle.de/dateien/ab_6_2004.pdf (13.07.2020).

¹³ Helmke, A. & Schrader, F.-W. (2006). Hochschuldidaktik. In: Rost, D. H. (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 246-252). Weinheim: Beltz Verlag.

Erster Brückenpfeiler „Vorakademischer Erfahrungshorizont“: Studierende und Absolventen als Role Models – von den eigenen (schulischen/ausbildungsbetrieblichen) Erfahrungen zu den neuen Erfahrungen an der Hochschule

Hintergrund: Entscheidungen für die Wahl eines naturwissenschaftlichen Studienfachs hängen maßgeblich mit den vorhochschulisch erlebten Kompetenzerfahrungen zusammen.¹⁴ Über den Ansatz, individuelle Vorerfahrungen der Studierenden zu identifizieren und zu nutzen und so die Anschlussfähigkeit des bereits erworbenen Wissens, der Fähigkeiten und Kompetenzen an die in der Hochschule gelehrteten Inhalte und Fertigkeiten aufzuzeigen und die Identifikation der Studierenden mit dem Fach zu fördern, soll eine Brücke zwischen den vor Studienbeginn erlebten chemiebezogenen Kompetenzerfahrungen und den Inhalten und Anforderungen an der Hochschule geschlagen werden. Ziel ist es, zu ausgewählten Themen der Analytischen, Allgemeinen und Anorganischen Chemie Beispiele aus der Praxis mit Hilfe der jeweiligen Vorerfahrung von Studierenden höherer Semester aufzuzeigen. So sollen Studierende mit Ausbildungshintergrund und Studierende mit tiefergehenden Chemie(Leistungskurs)-Erfahrungen sowie im Idealfall auch Alumni in kurzen authentischen Videos ihre Vorerfahrungen und die Anschlussfähigkeit des erworbenen Wissens aufzeigen. Sie fungieren so auch als Role Models für den Weg von der Schule oder der Arbeitswelt an die Hochschule. Dadurch wird zum einen die Relevanz des zunächst nur theoretisch vermittelten Stoffes in der Praxis aufgezeigt, zum anderen werden die Inhalte dynamischer und persönlicher, in dem sie mit realen Erfahrungen Studierender verbunden werden.

Umsetzung: Als erster Ansatzpunkt sollen hier die auch im ersten Studienjahr eingesetzten Tutor*innen dienen, die ihre Erfahrungen teilen und so als Brückenbauer für die Studienanfänger*innen dienen. Eine persönliche Einbindung der Erstsemester-Studierenden soll auch über eine direkte Abfrage der Vorerfahrung stattfinden. Neben der Einbindung von Vorerfahrungen und der Vorstellung von Studierenden höherer Semester als Role Models sollen die Studierenden selbst auch in den Vorlesungen Gelegenheit haben, ihre Vorerfahrung einzubringen und aus der schulischen oder aus der berufs- und Ausbildungspraxis zu berichten. Stellungnahmen und Kommentare zu den Role-Model-Videos sollen daher explizit angeregt werden. Die Antragstellerin Stephanie Möller besitzt bereits umfassende Erfahrung im Einsatz von Videos in der Lehre. Aus dem im Zuge des QPL-Projektes „Wandel bewegt“ geförderten Lehrverbesserungsprojektes „Labor in den Hörsaal“ (2017-2019) zum Einsatz von durch Studierenden aufgezeichnete Experimente zu ausgewählten Themen der Grundlagen der Chemie sind sowohl Ausrüstung als auch methodische Expertise bereits vorhanden.

Zweiter Brückenpfeiler „Theorie- und Konzeptverständnis“: Vom schulischen/ ausbildungsbetrieblichen Wissen und Modellverständnis hin zu einem adäquaten wissenschaftlichen Verständnis der grundlagenchemischen Modelle und Konzepte

Hintergrund: Die Relevanz dieses Brückenpfeilers gründet sich auf die Anlage von belastbaren Wissensnetzwerken, sogenannten adäquaten mentalen Modellen, in denen das bestehende Vorwissen der Studierenden adressiert und mit dem neu erworbenen Wissen über chemische Modelle und Modellbildung nachhaltig vernetzt wird. Das Problem der Vernetzung des Wissens liegt im Übergang von den alltagsweltlichen Begriffen und Modellvorstellungen (Novizenmodelle) zu den wissenschaftlichen Begriffen und Modellvorstellungen (Expertenmodelle) und ist eng verknüpft mit der sprachlich-inhaltlichen Kontextualisierung von bildlichen Erfahrungen mit sprachlich-begrifflichen Konzepten zu deren Beschreibung. Fundamental für den Aufbau belastbaren Wissens ist der sichere Umgang mit und der Wechsel zwischen den verschiedenen Repräsentationsebenen in der Chemie. Ihrem Wesen nach liegt der Ansatz der Chemie darin, die makroskopische, erfahrbare Ebene mit der nur mittelbar erfahrbaren, submikroskopischen Ebene in eine vermittelnd wirkende symbolische Ebene zu integrieren:¹⁵

Makroskopische Ebene Die makroskopische Ebene umfasst die vom Lernenden sinnlich erfahrbaren Phänomene und damit verbundene Konzepte (z. B. Temperatur,

¹⁴ Jürgens, A. (2017). *Determinanten des Studienerfolgs. Nichttraditionell Studierende in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen*. Bielefeld: Bertelsmann Verlag.

¹⁵ Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83.

Druck, Geruch, Farbigkeit). Hier spielen Alltagserfahrungen – auch solche, deren wissenschaftliche Anschlussfähigkeit an die Chemie nicht direkt ersichtlich ist – eine bedeutende Rolle. Diese Konzepte sind dabei eng verknüpft mit der symbolischen Ebene.

Submikroskopische Ebene Die submikroskopische Ebene betrifft diejenigen Konzepte der Chemie, die nicht direkt erfahrbar oder auch vorstellbar sind (z. B. Aufbau der Atome, chemische Bindungstypen, Wechselwirkungen zwischen Bausteinen der Materie).

Symbolische Ebene Die symbolische Ebene vermittelt zwischen der makroskopischen und der submikroskopischen Ebene. Es handelt sich daher um symbolische Beschreibungen und Modelle der Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene, wie beispielsweise Kugel-Stab-Modelle, grafische Darstellungen und Formelsprache, aber auch (Reaktions-)Gleichungen, Abbildungen und Diagramme.

Schwierigkeiten Lernender sind insbesondere auf der submikroskopischen Ebene angesiedelt. Hier finden sich Präkonzepte wie die Übertragung makroskopischer Eigenschaften auf die submikroskopische Ebene, sodass nicht zwischen Eigenschaften des Stoffes und Eigenschaften der submikroskopischen Teilchen unterschieden wird.¹⁶ Aber auch die symbolische Ebene, der Umgang mit Reaktionsgleichungen und Formeln und die adäquate Verwendung der Fachsprache fällt Lernenden schwer.¹⁷ Und nicht zuletzt stellt die Verknüpfung der verschiedenen Repräsentationsebenen eine große Herausforderung für die Lernenden dar. Ziel der Lehre in den Unterstützungsangeboten im ersten Semester muss es also sein, diese Defizite zu beheben. Dazu ist ein Ansatz notwendig, der sie in den jeweiligen Ebenen adressiert und die Lücken nicht nur isoliert, sondern integrativ über alle Ebenen hinweg schließt.

Der Aufbau belastbaren Wissens erfordert ein ständiges Wechseln zwischen den verschiedenen Repräsentationsebenen, wobei ein mentales Modell aufgebaut wird. Der Kern der umzusetzenden Idee ist es, den Studierenden den Weg zu einem belastbaren mentalen Modell zu ebnen, das allerdings nicht statisch bleibt, sondern dynamischen Anpassungen und Neuorientierungen unterworfen ist. Der Hochschulunterricht muss dafür den Anreiz bieten, das eigene mentale Modell mit zunehmendem Kompetenzerwerb immer wieder neu herauszufordern, in Frage zu stellen und gegebenenfalls abzuwandeln, anzupassen oder auch ganz neu aufzustellen. Um dies zu gewährleisten, muss in der Lehre Metawissen zum Modellverständnis in der Chemie explizit vermittelt werden, in dem von der makroskopischen Ebene ausgegangen wird und Verknüpfungen zu der submikroskopischen und mikroskopischen Ebene in jeder Lehreinheit klar aufgezeigt werden¹⁸. Dabei sollte darauf geachtet werden, den modellhaften Charakter der submikroskopischen und mikroskopischen Ebene klar zu vermitteln. Insbesondere die submikroskopische Ebene, also die Ebene der nicht direkt erfahrbaren Konzepte und Modellvorstellungen der Chemie, lässt sich sehr gut über Animationen und interaktive E-Learning-Materialien vermitteln¹⁹.

Umsetzung: Es wurden bereits die grundlegenden Konzepte der Chemie, die in diesem Modul vermittelt werden sollen, identifiziert: Stoffe und Stofftrennung, Atome und Moleküle, Atombau, Ionenbindung und Salze, Atombindung, Metallbindung, Chemisches Gleichgewicht, Säuren und Basen, Redoxreaktionen. Diese bilden die Lerneinheiten, in denen die Grundzüge der chemischen Modellbildung vermittelt werden und die die Basis für die spätere Vertiefung, Konkretisierung und Erweiterung in den höheren Semestern bilden. Im Sinne einer modernen Lehre ist es jetzt angestrebt, diese Lerneinheiten

¹⁶ Ben-Zvi, R.; Eylon, B. & Silberstein, J. (1986). Revision of course materials on the basis of research on conceptual difficulties. *Studies in Educational Evaluation* 12, 213-223.

¹⁷ Flynn, A. B. & Featherstone, R. B. (2017). Language of mechanisms: exam analysis reveals students' strengths, strategies, and errors when using the electron-pushing formalism (curved arrows) in new reactions. *Chemical Education Research and Practice* 18 (64), 64-77.

¹⁸ Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*. 87(1), 22-29.

¹⁹ Eilks, I.; Pietzner, V. & Witteck, T. (2012). The Role and Potential Dangers of Visualisation when Learning about Sub-Microscopic Explanations in Chemistry Education. *Center for Educational Policy Studies Journal* (2)3, 15-145.

so zu modifizieren, dass möglicherweise vorhandene Lücken oder Defizite gar nicht erst akut werden oder geschlossen werden können. So soll grundlegendes Wissen und Modellverständnis bei den Studierenden sukzessive aufgebaut werden. Dazu soll die generelle Modellhaftigkeit und die Prinzipien der Modellbildung in den Naturwissenschaften und insbesondere in der Chemie und die jeweiligen Modelle und Modelleigenschaften und Funktionen auch unmittelbarer Gegenstand der Lehre sein und explizit thematisiert werden.

Als integratives Element zwischen den oben genannten grundlegenden Lerneinheiten soll das in seinen Konsequenzen weitreichende Konzept der Bindungstypen einen besonderen Schwerpunkt in der Lehre bilden. Um Bindungstypen und Reaktionen zwischen Atomen oder Ionen korrekt angeben zu können, müssen Lernende Wissen über den Atombau, die Atommodelle, das Aufstellen stöchiometrischer Gleichungen und über die Eigenschaften von Ionen-, Atom-, und Metallbindungen und den damit verbundenen Prinzipien aufweisen. Weiterhin sind die Art der Bindung und das Wissen über den Aufbau der entstandenen Verbindung essenziell für das Verständnis von Acidität, Basizität, dem Wesen der Redoxreaktion und des chemischen Gleichgewichts. Um die Bildung, Anpassung und Erweiterung des mentalen Modells des Lernenden zu begleiten und deren Adäquatheit zu prüfen, sollen die einzelnen Lerneinheiten mit Blick auf das Konzept der Bindungstypen miteinander verknüpft und in Beziehung gesetzt werden.

Begleitend soll ein Lernprogramm entwickelt werden, welches basierend auf dem Bohrschen Atommodell und dem Periodensystem Studierende dabei unterstützt, Verknüpfungen zwischen der makroskopischen und der submikroskopischen Ebene, vermittelt über die symbolische Ebene, herzustellen, indem für das Konzept der chemischen Bindungstypen ein Online-Tool entwickelt wird. Die hierzu notwendige Förderung wird unter Rückbezug zum hier vorgestellten Konzept beim Fonds der Chemischen Industrie im Programm „Etablierung neuer Lehrmethoden im Chemiestudium – Konzepte zur Schaffung eines optimalen Übergangs von der Schule zum Studium“ beantragt. Alternativ stehen hochschulintern Qualitätsverbesserungsmittel für Projekte dieser Art zur Verfügung. Ziel ist es, eine Open-Source Online-Anwendung umzusetzen, in der per Zufallsgenerator zwei Elemente mit einigen relevanten, submikroskopisch beschreibbaren Elementeigenschaften (Elektronegativität, Elektronenkonfiguration) vorgegeben werden, für die dann durch Auswahl der stöchiometrischen Koeffizienten, des Bindungstyps und weiterer Zuweisungen in einer Oberfläche die entsprechenden Atome erscheinen und zu einer Verbindung zusammengefügt werden. Diese Zusammenführung geschieht auf der symbolischen Ebene. Ein Klick auf das Feld „Check“ veranlasst einen Abgleich mit der hinterlegten Lösung. Das entwickelte Tool wird begleitend zur Lehrveranstaltung eingesetzt und ermöglicht den Studierenden, Konzepte und Modellvorstellungen auf ihre Adäquatheit zu prüfen und grundlegende Konzepte nachzuvollziehen. Gleichzeitig bietet es den Studierenden wie auch den Lehrenden erste Hinweise zum Kenntnisstand und eventuellen Schwierigkeiten in Bezug auf die relevanten Konzepte.

Dritter Brückenpfeiler „Selbstorganisation im Kompetenzaufbau“: von angeleiteten, schulischen Organisationsstrukturen hin zur Befähigung zur Selbstorganisation und Verantwortungsübernahme für den eigenen Lernprozess

Hintergrund: Der Übergang von der (Berufs-)Schule an die Hochschule ist gekennzeichnet von einer deutlichen Veränderung des Lernprozesses. Während an den weiterführenden Schulen das Lernen ein strukturierter, von der Lehrkraft mehr oder weniger stark angeleiteter Prozess ist, verlangen die Bedingungen an den Hochschulen von den Studierenden ein hohes Maß an Selbstregulation und eine Verantwortungsübernahme für den eigenen Lernprozess. Dabei ist davon auszugehen, dass kognitive und metakognitive Lernstrategien bereits erworben sind, aber von den Studierenden, insbesondere in der Studieneingangsphase, die hohe Anforderungen auf allen Ebenen an die Studierenden stellt, nicht zielführend eingesetzt werden können. Eigenverantwortliches Lernen und Selbstorganisation sollte daher von den Lehrenden gezielt unterstützt werden, sowohl durch explizite Vermittlung von Strategien als auch durch das Schaffen von Freiräumen für das problemorientiertes, selbstorganisiertes Lernen.²⁰

²⁰ Vgl. Sonnenschein, I. (2019). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor. Berlin: Logos-Verlag.

Umsetzung: Die antragstellende Hochschule verfügt bereits über eine etablierte Struktur zur Förderung von individuell-persönlichen Lern- und Motivationsstrategien. Das Programm *Studitrainer*²¹ der FH Münster sowie die vom Career-Service unter dem Schirm des *Pluspunkt*-Programms²² angebotenen Kurse geben Hilfestellungen für Erstsemesterstudierende, indem sie Angebote zur Orientierung an der Hochschule, zur Studienorganisation und zu Lernstrategien und Persönlichkeitsentwicklung anbieten. Gleichzeitig ist es aber auch hochschulische Realität, dass den Studierenden der Naturwissenschaften in den ersten Semestern nur geringe zeitliche Ressourcen zur Verfügung stehen, diese Angebote auch zu nutzen.

Unser Ansatz ist es daher, Freiräume für problemorientiertes, selbstorganisiertes Lernen im Fach anzubieten und dieses zu begleiten. Hinter diesem Brückenpfeiler verbirgt sich der explorative Ansatz, Freiräume im Curriculum zu schaffen, um Studierenden Raum für die Bearbeitung kleiner, ggf. auch selbstgewählter Projekte zu geben und deren Umsetzung gemeinsam mit den Studierenden insbesondere in Bezug auf die individuellen Lern- und Organisationsprozesse zu reflektieren. Die Bearbeitung dieser Projekte erfolgt im Rahmen des regulären Praktikums am Ende des ersten Semesters, dessen Workload insgesamt nicht erhöht wird. Das Arbeiten in eigenverantwortlich durchgeführten Projekten fördert die Selbstorganisation und Verantwortungsübernahme für den eigenen Lern- und Entwicklungsprozess bei den Studierenden. Gleichzeitig bindet diese Pfeiler auch wieder zurück an den 1. Pfeiler, der die Einbindung der chemiebezogenen Vorerfahrungen vorsieht und auch so Raum für die Identifikation mit dem Fach gibt. Im Gegensatz zu den beiden anderen, wohldefinierten und durchdachten Pfeilern handelt es sich bei dem Raum für problemorientiertes, projektbasiertes, freies Arbeiten aber um ein von den Lehrenden gemeinsam mit den Studierenden zu explorierendes Feld. In Absprache mit dem Dekan des Fachbereichs Chemieingenieurwesen, Prof. Jüstel, wird den Studierenden im ersten Semester ein Teil des Laborpraktikums in Form von frei zu bearbeitenden Projekten vorgegeben. Ines Sonnenschein hat während ihrer Tätigkeit im Bereich der Lehr-/Lernforschung Chemie an der Humboldt-Universität zu Berlin bereits umfassende Erfahrungen mit problembasierter Gestaltung von Grundlagenpraktika, insbesondere in der analytischen Chemie, gesammelt. Gleichzeitig zeigen die an der Humboldt-Universität zu Berlin gemachten Erfahrungen aber auch, dass die Öffnung der Aufgabenstellung von stark angeleitet hin zu offen, problemorientiert und evtl. sogar selbst gewählt behutsam und unter Berücksichtigung bereits erworbener fachlicher und laborpraktischer Fähigkeiten geschehen muss.²³ Da bei Arbeiten an chemischen Fragestellungen auch immer der Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie die gesetzlichen Anforderungen an sicheres Arbeiten im Labor zu berücksichtigen sind, ist angestrebt, zunächst mit ausgewählten Studierenden in ein oder zwei Teams, die allerdings im Idealfall die Heterogenität der jeweiligen Kohorte abbilden, Versuche zu starten. Die dazu notwendige intensive Betreuung – sowohl im Hinblick auf den Lernerfolg der Studierenden als auch auf die Bewertung von Aufwand und Nutzen für die langfristige Verankerung im Curriculum durch die Antragstellerinnen – wird durch entsprechend geschulte Hilfskräfte und in enger Kooperation mit dem für die Praktika verantwortlichen Laborpersonal sichergestellt.

2.3 Prüfungsform

Eine umfassende Neugestaltung der Lehr- und Lernformate erfordert auch eine Neugestaltung der Prüfungsform, die entsprechend des Constructive Alignments auf Lehr- und Lernformate sowie die Intended Learning Outcomes abgestimmt werden sollte. In den Modulabschlussprüfungen soll daher zum einen Fachwissen und Wissen über Modelle und Modellhaftigkeit der Chemie thematisiert werden, aber auch die individuelle Entwicklung der Studierenden berücksichtigt werden. Neben der fachwissenschaftlichen Bewertung geht die Reflektion des Arbeitsprozesses im Praktikum als Erweiterung des Praktikumsprotokolls in Form von aufeinander aufbauenden Portfolioeinträgen in die Modulabschlussnote ein.

²¹ <https://www.fh-muenster.de/studium/studiengaenge/vorkurse/studitrainer.php> (14.07.2020)

²² <https://www.fh-muenster.de/studium/pluspunkt> (14.07.2020)

²³ Sonnenschein, I. (2019). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor. Berlin: Logos-Verlag.

3 Evaluationskonzept

Die FH Münster verfügt mit dem Wandelwerk – Zentrum für Qualitätsentwicklung über eine zentrale Einrichtung, in der Hochschuldidaktik und Qualitätsmanagement gemeinsam an Strategien und Konzepten der Innovation von Hochschullehre arbeiten. In diesem Zuge wurden unter Mitarbeit der Antragstellerin Ines Sonnenschein Maßnahmen der Evaluation und Qualitätssicherung von Lehrentwicklungsprojekten erarbeitet.²⁴ Die Wirksamkeit der Maßnahmen kann nur ermittelt werden, wenn den Studierenden der Ansatz des Lehrprojektes transparent kommuniziert wird. Zu Beginn des Semesters sollen daher die drei Brückenpfeiler und das basale Konzept des Aufbaus der Module Allgemeine und Anorganische Chemie den Studierenden aufgezeigt werden. Insbesondere soll die Relevanz in Bezug auf die im Studienverlauf relevanten Anforderungen fachlicher und individuell-persönlicher Art verdeutlicht werden. In diesem Kontext werden dann auch die Studierendenteams akquiriert, die einen Teil ihrer fachpraktischen Qualifikation im ersten Semester in den zu entwickelnden Formaten erwerben und über die Rückmeldungen aktiv an der Weiterentwicklung der Lehre in den Grundlagenfächern teilhaben. Es ist geplant, über die Laufzeit des Projektes iterativ vorzugehen und basierend auf den gemachten Erfahrungen und in dem Bestreben, den erhaltenen Freiraum explorativ zu nutzen, tatsächlich verschiedene Ansätze auszuprobieren und zu bewerten.

Die Wirksamkeit der Maßnahmen und eventuelle Verbesserungen werden dann in einem vertrauensvollen Zusammenspiel zwischen Fachlehrenden, fachdidaktisch Beratenden und Studierenden ausgelotet. Der Schwerpunkt der Evaluation liegt dabei auf dem Studienerfolg und der fachbezogenen Studienzufriedenheit. Während sich Studienerfolg zunächst naheliegend über die Modulnoten und den Verbleib der Studierenden an der Hochschule operationalisieren lässt, sollen aber auch individuelle Aspekte des Studienerfolgs, die eng mit der Studienzufriedenheit zusammenhängen, evaluiert werden. Dies sind insbesondere das Kompetenzerleben, die Identifikation mit Hochschule und Fach sowie Motivation und Interesse für Fach und den angestrebten Beruf.²⁵ Die FH Münster setzt zur Erhebung dieser Daten auf ein Zusammenspiel von qualitativen Assessments in Form von Teaching Analysis Polls (TAP) und qualitativen Gruppeninterviews mit Studierenden und Lehrenden sowie auf den Einsatz von individuell auf die über persönliche Gespräche mit den Lehrenden und Studierenden (unter Rückbezug auf den im Semester stattgefundenen TAP) angepassten Evaluationsbögen. Die so erhobenen qualitativen und quantitativen Daten werden trianguliert, um daraus fundierte Maßnahmen für die Weiterentwicklung der Lehre abzuleiten und in persönlichen Beratungsgesprächen mit den Lehrenden zu diskutieren.

4 Verstetigung des Projektes

Das Konzept soll ab dem Sommersemester 2021 weiterentwickelt und dann im Wintersemester 2021/22 pilotiert werden. Die fachwissenschaftlich und fachdidaktisch umgestaltete Lehreinheit wird nach abgeschlossener Pilotierung in das Curriculum übernommen und bedarf nur geringfügiger Anpassungen im Modulhandbuch, da sich die Innovation weniger auf das fachinhaltliche als auf die fachdidaktische Gestaltung bezieht. Anpassungen bedarf es allerdings im Hinblick auf die Prüfung und was die Form der Modulabschlussklausur angeht, da diese neben der Klausur und Praktikumsteilnahme im Erfolgsfall auch eine Portfolioprfung vorsieht. Detaillierte Abstimmungen mit dem Fachbereich und dem Prüfungsausschuss werden im Zuge des Projektes und nach Festlegung der umzusetzenden Innovationen getätigt.

²⁴ Lilienthal, J. & Sonnenschein, I. (2020, accepted). Exploring future work processes – Conclusions from an interdisciplinary project in Building Information Modeling. Accepted in *ETH Learning and Teaching Journal*.

²⁵ Für einen Überblick vgl. Freyer, K. (2013). *Zum Einfluss von Studiengangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie*. Berlin: Logos.

5 Übertragbarkeit auf andere Lehr-/Lernsituationen und Disziplinen

Grundlegend sind die empirisch fundierten Ansatzpunkte dieser Lehrinnovation in der Studieneingangsphase (Studierende einbinden und Identifikationsanlässe schaffen, Fachwissen stärken und an Vorwissen anschließen und Selbstkompetenz und Eigenständigkeit fördern) grundlegend auf alle Studieneingangssituationen in allen Disziplinen übertragbar. Das Innovative dieses Konzepts ist die fachdidaktisch und fachwissenschaftlich fundierte Neugestaltung zweier miteinander in Bezug stehender Grundlagenmodule entlang dieser Ansatzpunkte. Das Konzept kann übertragen werden auf alle naturwissenschaftlichen Studienfächer, die der Vermittlung von Grundlagenwissen über Vorlesungen folgen.

6 Austausch mit den Fellows

Als Tandem mit naturwissenschaftlichem und naturwissenschaftsdidaktischem (Lehr-)Hintergrund sind wir sehr am Austausch mit Kolleg*innen anderer Fachrichtungen und Disziplinen interessiert, insbesondere um Einblicke in deren Ansätze zur Gestaltung der Studieneingangsphase zu gewinnen und aus deren Herausforderungen zu lernen. Wir versprechen uns vom Austausch mit den anderen Fellows daher die Bildung einer Gemeinschaft an „critical friends“, die uns über die verschiedenen Stufen unseres Projekts begleitet und unterstützt.

Des Weiteren möchten wir aus den Erfahrungen anderer Tandem-Fellowships lernen und gemeinsam Chancen und Herausforderungen des Team-Teaching und der gemeinsamen Entwicklung und Durchführung von Lehrveranstaltungen in interdisziplinären Teams reflektieren. Wir sind ein sich fachlich nahestehendes Team, sehen aber das Team-Teaching generell als bedeutende Chance, Studierende auf die sich durch immer stärkere Vernetzung der Problemstellungen ausgezeichnete Arbeitswelt vorzubereiten und verstehen uns auch in unserer Funktion als Team als Role Models für unsere Studierenden. Auch diese Role-Model-Funktion möchten wir gerne gemeinsam mit anderen Fellows reflektieren, um uns professionell weiterzuentwickeln.

Als „critical friend“ kann Stephanie Möller ihre Erfahrungen mit dem Einsatz von Videos in der (naturwissenschaftlichen) Lehre und insbesondere zum Zweck der Vernetzung von Laborpraktika und Vorlesungen einbringen. Sie verspricht sich vom Austausch mit den anderen Fellows weitere Ideen für den Umgang mit Heterogenität in der Studieneingangsphase, für dieses Projekt und darüber hinaus. Die Entwicklung von Fachwissenstests als Diagnose- und Reflektionswerkzeuge zur Begegnung der von ihr immer wieder erlebten Herausforderung heterogener fachwissenschaftlicher Vorbildung in den Naturwissenschaften ist ebenfalls ein Projekt, welches sie als Lehrende verfolgt und wozu sie sich mit ihren Erfahrungen einbringen kann.

Ines Sonnenschein kann unter anderem umfassende Erfahrungen in der problembasierten Gestaltung von Grundlagenpraktika in der Chemie, deren Beforschung und Implementation einbringen. Durch ihre Erfahrungen aus der Arbeit im Bereich der schulischen Lehr-/Lernforschung in den Naturwissenschaften kann sie darüber hinaus auf Ansätze und Konzepte sowohl aus der fachlichen Hochschuldidaktik als auch aus der schulischen Fachdidaktik zurückgreifen und verfügt über ein Netzwerk sowohl in der Fachdidaktik als auch in der Hochschuldidaktik. Auch aus ihrer Tätigkeit als Hochschuldidaktikerin im Bereich der Curriculumsentwicklung kann sie Erfahrungen und Lösungsstrategien für die Arbeit an Curricula einbringen. Sie verspricht sich von dem Austausch mit anderen Fellows weitere Anregungen für die Tätigkeit als Hochschuldidaktikerin, insbesondere was die Verzahnung von Fach und fachbezogener Hochschuldidaktik angeht. Hier möchte sie sich auch über die gemeinsame Reflektion von Potenzialen und Herausforderungen der Zusammenarbeit von Lehrenden und hochschuldidaktisch Tätigen professionell weiterentwickeln.