

Entwicklung einer inklusiven, digitalen Lernumgebung für Forschendes Lernen

Brigitte Koliander¹, Sandra Puddu², Phillipp Spitzer², Jure Purgaj³

Zusammenfassung

Im vorliegenden Entwicklungsprojekt wird nach Möglichkeiten gesucht, durch den Einsatz digitaler Medien die Lehrperson bei der Umsetzung von Forschendem Lernen zu unterstützen und mittels einer unterstützenden Begleitung durch elektronische Medien die eigenständige und individuelle Arbeit der Lernenden in einem inklusiven Unterricht zu ermöglichen.

Dazu soll im Bereich des forschenden Lernens ausgehend von bereits vorhandenen, nicht digitalen Materialien für individualisierten Unterricht eine digitale Begleitung entwickelt werden, die leicht zugänglich und abrufbar ist und das Lernen und Forschen aller Schülerinnen und Schüler fördert.

Der erste Umsetzungsschritt des Projekts, der in diesem Artikel vorgestellt wird, ist die Beobachtung von Schülerinnen und Schülern beim Forschenden Lernen an ausgewählten Themen. Aufbauend auf den Ergebnissen der Beobachtungen während des Forschenden Lernens sollen digitale Hilfestellungen entwickelt werden, die die Lernenden bei der Bewältigung der Aufgabenstellungen und Problemstellungen unterstützen. In diesem Artikel wird das Thema Auftrieb und Kräfte als Beispiel für Forschendes Lernen herangezogen, um die Beobachtungen im Unterricht und Ideen zu einer möglichen Begleitung durch digitale Medien zu diskutieren.

Schlüsselwörter:

Forschendes Lernen
Heterogene Lerngruppen
Scaffolding
Digitale Lernumgebung

1 Einleitung

Forschendes Lernen (Inquiry) gilt als wichtiger, aber durchaus nicht immer einfach umzusetzender Teil von Laborpraxis (Blanchard et al., 2010). Unter Forschendem Lernen wird in dieser Studie ein Unterrichtsansatz verstanden, der von einer fragenden Haltung der Schüler/innen ausgeht: Den Lernenden wird ein Problem, eine Fragestellung bewusst, und dieser Fragestellung wird je nach Vorkenntnissen der Schüler/innen mit mehr oder weniger intensiver methodischer und fachlicher Begleitung durch die Lehrperson nachgegangen. Der organisatorische Rahmen wird dabei klar vorgegeben. Der Entwicklung von Fragestellungen wird Zeit gegeben, die Bildung von Gruppen wird angeleitet, die Wahl von Materialien und Methoden wird begleitet. Die Schüler/innen lernen voneinander, durch Diskurs und durch die Interaktion mit den Materialien und Methoden bei den Untersuchungen.

Forschendes Lernen gilt als geeigneter Unterrichtsansatz, um im inklusiven Unterricht die Interessen und Fähigkeiten jeder einzelnen Person zu fördern. Insbesondere bei den offeneren Formen von Forschendem Lernen wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geboten, zu einem Thema eigenständig Fragestellungen zu entwickeln und Untersuchungsmethoden zu wählen. Die Lernenden können, aufbauend auf ihr jeweiliges Vorwissen, an einem gemeinsamen Thema auf unterschiedlichem Niveau arbeiten. Eine

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

Korrespondierende Autorin. E-Mail: brigitte.koliander@ph-noe.ac.at

² Universität Wien, Porzellangasse 4, 1090 Wien.

³ Pädagogische Hochschule Wien, Grenzackerstraße 18, 1100 Wien.

Begleitung ist wichtig, da manche Forschungsschritte (wie z. B. die Entwicklung einer geeigneten Fragestellung oder die Wahl einer geeigneten Untersuchungsmethode) für Schülerinnen und Schüler schwierig sein können (Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn, 2007). Die Begleitung dieser Schritte stellt für Lehrpersonen allerdings eine Herausforderung dar (Hofer, Lembens, & Abels, 2016). Die interaktive Nutzung digitaler Medien durch die Schülerinnen und Schüler kann die Lehrperson entlasten und die eigenständige und individuelle Weiterarbeit der Lernenden ermöglichen. Wu und Pedersen (2011) zeigen, dass der Einsatz digitaler Medien als Hilfestellung im methodischen Bereich zum erfolgreichen Bewältigen der Herausforderungen beim Forschenden Lernen beiträgt.

Im vorliegenden Projekt soll, ausgehend von bereits vorhandenen, nicht digitalen Materialien für individualisierten Unterricht, eine digitale Begleitung entwickelt werden. In diesem Artikel wird dazu der erste Schritt vorgestellt. Lernende führen eine Einheit zum Forschenden Lernen durch. Die Erfahrungen bei der Durchführung werden dargelegt und reflektiert. Es sollen dadurch Schritte identifiziert werden, die eine besondere Aufmerksamkeit in der Begleitung erfordern. Für diese Schritte soll anschließend eine digitale Begleitung entworfen und umgesetzt werden.

2 Theoretischer Hintergrund

Die Vermittlung von technisch-naturwissenschaftlichem Wissen als fertiges Gebäude wird von Fachdidaktikern/Fachdidaktikerinnen in den Naturwissenschaften seit mehr als hundert Jahren kritisiert. Dewey (2010) forderte in seinen Schriften, dass die Wege der Generierung von Erkenntnissen viel stärker in den Fokus des naturwissenschaftlichen Unterrichts rücken sollen. Er beschrieb wichtige Schritte, die bei jeder Erkenntnisgewinnung oder Problemlösung, egal ob im Alltag oder im wissenschaftlichen Betrieb, wesentlich sind. Dabei geht es um das Erkennen eines Problems oder einer Fragestellung; um das Sammeln von Informationen, die zur Lösung beitragen können; um das Bilden von Hypothesen, die einer Handlung vorausgehen; um das Handeln in der Welt, das zu beobachtbaren Reaktionen dieser Welt führt; um eine Theoriebildung, die weiteres Handeln erleichtert, da die daraus abgeleiteten Hypothesen verlässlich sind. Die von Dewey genannten Schritte wurden in den folgenden Jahrzehnten als „die wissenschaftliche Methode“ verkürzt dargestellt, eine Vereinfachung, die heute in der Diskussion über Nature of Science sehr kritisch gesehen wird (Abd-El-Khalick, 2006). Schwab (1960) entwickelte in den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts auf diesen Schritten aufbauend eine Klassifizierung von Inquiry, die in ihren Grundzügen bis heute als theoretische Grundlage für Forschendes Lernen (Inquiry-based Learning) dienen kann. Diese Klassifizierung wurde von Herron (1971) erweitert und wird in Tabelle 1 dargestellt. In diesem Modell werden Aufgabenstellungen nach dem Grad der Verantwortungsübernahme durch die Schüler/innen klassifiziert. Je mehr Verantwortung die Schüler/innen für den Prozess übernehmen, umso höher ist der zugeordnete Level von Inquiry (Tabelle 1).

	Frage, Problemstellung	Material, Methode der Untersuchung	Interpretation der Daten
Level 0	Vorgabe durch Lehrperson	Vorgabe durch Lehrperson	Vorgabe durch Lehrperson
Level 1	Vorgabe durch Lehrperson	Vorgabe durch Lehrperson	durch die Schülerinnen und Schüler
Level 2	Vorgabe durch Lehrperson	durch die Schülerinnen und Schüler	durch die Schülerinnen und Schüler
Level 3	durch die Schülerinnen und Schüler	durch die Schülerinnen und Schüler	durch die Schülerinnen und Schüler

Tabelle 1: Level von Inquiry, nach Schwab (1969) und Herron (1971).

Wird alles, von der Fragestellung über die Methoden der Untersuchung bis zur Interpretation der Daten von der Lehrperson vorgegeben, so spricht man von Inquiry Level 0. Den Schülern/Schülerinnen bleibt die Durchführung der Untersuchung, genau nach Vorgabe, mit einer von der Lehrperson vorgegebenen Deutung.

Dürfen die Schüler/innen die erhaltenen Daten selbst interpretieren oder deuten, so spricht man von Inquiry Level 1.

Wird den Schülern/Schülerinnen nur mehr das Problem, die Fragestellung vorgegeben, und werden sie aufgefordert, selbstständig die Untersuchung zu planen, durchzuführen und die Ergebnisse zu interpretieren, so ist dies Inquiry Level 2.

Wenn nur mehr das Thema und der organisatorische Rahmen (Zeitraumen, Vorgaben für die Dokumentation etc.) vorgegeben wird, und die Schüler/innen selbst die Fragestellung erarbeiten, ist die durchgeführte Untersuchung auf Inquiry Level 3.

In der Naturwissenschaftsdidaktik wurden die Ideen über die Öffnung von Aufgaben und die Durchführung von Forschendem Lernen vor allem in den Reformprogrammen in den USA ab 1960 aufgenommen. Es wurden durch Biological Sciences Curriculum Study oder Physical Science Study Committee Programme für naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt. Der Erfolg dieser Programme wird bis heute kontrovers diskutiert. Kirschner, Sweller und Clark (2006) veröffentlichten einen Artikel, der konstruktivistische Unterrichtszugänge wie Forschendes Lernen als wenig wirksam kritisierte. Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn (2007) antworteten darauf mit einem Review, in welchem Studien über erfolgreiche Umsetzungen von Forschendem Lernen in den Naturwissenschaften dargelegt werden. Blanchard et al. (2010) zeigten in einer Fallstudie, dass die Einstellung der Lehrperson zu diesem Unterrichtsansatz den Erfolg beeinflusst. Ein Ergebnis dieses Diskurses ist die Erkenntnis, dass bei Forschendem Lernen die Begleitung durch die Lehrperson in Form von Scaffolding wichtig ist. Schülerinnen und Schüler erhalten inhaltliche Freiheiten, bis hin zur Themenwahl und zur Auswahl von Fragestellungen. Sie werden aber bei der Entwicklung der Fragen, bei der Suche nach geeigneten Informationen oder Methoden durch ein „Gerüst“ gestützt, das den Aufbau nachhaltigen und angemessenen Wissens unterstützt. Denn zum Lernen in der Schule gehört nicht nur die Konstruktion des Wissens und der Erwerb von Kompetenzen durch die Schülerinnen und Schüler, sondern auch das Lehren, eine Führung bei der Konstruktion von Wissen und dem Erwerb von Kompetenzen (Millar, 1998). Im optimalen Fall erfolgt dieser Kompetenzerwerb genau in der Zone of Proximal Development (Vygotsky, 1978), und die Unterstützung durch die Lehrperson ermöglicht einen nächsten Entwicklungsschritt, der ohne diese Hilfe noch nicht möglich gewesen wäre.

Puddu (2017) beschreibt Möglichkeiten dafür, in welcher Weise Scaffolding beim Forschenden Lernen durch die Lehrperson in einer Klasse hoher Diversität durchgeführt werden kann. Dies betrifft vor allem eine geleitete Hinführung der Schüler/innen zu immer offeneren Aufgabenstellungen. So sollte in einem neuen Themenbereich mit Aufgabenstellungen auf Level 0 oder Level 1 begonnen werden. Hier wird den Lernenden der Ablauf der Untersuchungen und der Umgang mit Geräten und Materialien genau vorgegeben. Dabei kann die Anleitung unterschiedlichen Bedarfen angepasst werden, z. B. durch Verwendung von Abbildungen als Unterstützung für Schüler/innen mit geringen Deutschkenntnissen. Im Verlauf dieser Untersuchungen erwerben sie einerseits Kompetenzen bezüglich des manuellen Umgangs mit Geräten (beispielsweise die Bedienung einer Pipette) und der Durchführung von Methoden (beispielsweise den Einsatz von Säure-Basen-Indikatoren). Andererseits kann ihnen dabei vorgezeigt werden, wie Untersuchungen prinzipiell ablaufen können.

Die weitere Öffnung der Aufgabenstellung kann individuell an das jeweilige Niveau der Lernenden angeglichen werden. Wird eine Aufgabe auf Level 2 gestellt, so kann durch gestufte Hilfen für Lernende, die noch keine eigene Vorgehensweise wählen oder entwickeln können, auf Level 1 reduziert werden. Für Lernende, die ausgehend von der ursprünglichen Aufgabenstellung auf neue, eigene Fragestellungen kommen, kann auf Level 3 erweitert werden. Die Lernenden werden dabei vor Herausforderungen gestellt, denen sie ohne Begleitung noch nicht gewachsen wären, die sie mit der Hinführung und Begleitung aber erfolgreich bewältigen können.

Eine digitale Begleitung im methodischen Bereich kann als Führung der Lernenden durch die wichtigsten Schritte des Forschenden Lernens gestaltet werden. Wu und Pedersen (2011, S 2356) nutzen in ihrer Studie ein methodisches Scaffolding mittels eines digitalen Science Notebooks, in welchem vier Schritte durch Hinweise und Fragestellungen begleitet werden. Dies geschieht sehr konkret mit Bezug zum fachlichen Thema. Diese Studie erbrachte Belege dafür, dass der Einsatz digitaler Medien als Hilfestellung im methodischen Bereich zum erfolgreichen Bewältigen der Herausforderungen beim Forschenden Lernen beiträgt (Wu & Pedersen, 2011, S 2358). Die in dieser Studie erhobenen Daten weisen darauf hin, dass die digitalen Hilfestellungen bezüglich des methodischen Vorgehens kontinuierlich bis zum Ende des Forschungsprozesses angeboten werden sollen und dass eine zusätzliche Begleitung durch die Lehrperson im metakognitiven Bereich den Effekt deutlich verstärkt.

Durch die unterschiedlichen Wege, die Schülerinnen und Schülern beim Forschenden Lernen ab Level 2 offenstehen, fühlen sich Lehrpersonen bei der Begleitung von Inquiry auf diesem Level oftmals überfordert. Es wird aus diesem Grund auch kaum im Unterricht eingesetzt (Hofer, Lembens, & Abels, 2016). An dieser Stelle setzt das vorliegende Forschungsprojekt an: Welche Möglichkeiten gibt es, durch den Einsatz digitaler Medien

die Lehrperson zu entlasten und die eigenständige und individuelle Arbeit der Lernenden an einer Aufgabenstellung auf Level 2 zu ermöglichen?

3 Problemstellung dieser Studie

Im vorliegenden Projekt soll im Bereich des forschenden Lernens eine digitale Begleitung entwickelt werden, die Lehrpersonen entlastet und das Lernen und Forschen aller Schülerinnen und Schüler fördert.

Im ersten Teilschritt werden analoge Materialien auf Level 2 des Forschenden Lernens entwickelt und eingesetzt. Die Erfahrungen bei der Umsetzung im Unterricht werden im Hinblick auf eine hilfreiche Begleitung durch digitale Medien reflektiert.

4 Methodisches Vorgehen

Der erste Schritt in diesem Projekt ist die Beobachtung von Lernenden bei der Bearbeitung von Aufgabenstellungen zum Forschenden Lernen ohne digitale Unterstützung. Es werden dazu Einheiten für Forschendes Lernen bis Level 2 entwickelt und in Schulklassen und Lehrveranstaltungen umgesetzt.

Die Einheiten sollen naturwissenschaftliche Fragestellungen anregen, eine Konzeptbildung zulassen und jeder einzelnen Person aus der sehr heterogenen Gruppe der Lernenden den Zugang zum Thema ermöglichen. Die Aufgaben sollen vor allem einzelne Schritte des Forschenden Lernens sichtbar machen:

- Aufstellen und Darlegen einer begründeten Vermutung
- Bewusstmachung der vorhandenen Präkonzepte
- Diskussion unterschiedlicher Konzepte
- Planen und Durchführen einer Untersuchung
- Erheben und Dokumentieren von Daten
- Nutzung von Daten als Evidenz

Für die Einheiten wird Material für die Gruppen in einer Schachtel zur Verfügung gestellt. Es handelt sich also auch in den letztlich angestrebten Einheiten mit digitalem Scaffolding nicht um reine E-Learning-Einheiten, sondern die digitalen Medien begleiten die Interaktionen der Lernenden untereinander und mit der materiellen Welt.

Die einzelnen Aufgabenstellungen werden für diese analoge Testreihe den Lernenden schriftlich vorgelegt. Einführend werden mit den Lernenden die Schritte des Forschenden Lernens besprochen. Die erste Aufgabenstellung ist auf Level 1, erst danach wird eine Aufgabenstellung auf Level 2 gestellt.

Da das Ziel des Projekts die Entwicklung eines digitalen Scaffoldings ist, werden die Erfahrungen aus diesen Einheiten hinsichtlich einer möglichen digitalen Begleitung reflektiert.

5 Beispiel einer Unterrichtseinheit bis Level 2

Im Folgenden wird ein Teil der Unterrichtseinheit zum Thema „Auftrieb und Kräfte“ skizziert. Die hier vorgestellte Einheit wurde in einer Klasse in einem ersten Jahrgang Handelsakademie in Wien sowie unter den Lehramtsstudierenden für Chemie eingesetzt.

5.1 Materialien und Geräte

Die Schüler/innen benötigen für die Untersuchung folgende Materialien und Geräte: Eine Waage mit einer Genauigkeit von 0,1 g; einen Becher; Wasser; weitere Gegenstände, die sich in Dichte, Masse und Volumen unterscheiden: Kunststoffpipetten, Reagenzgläser, kleine Löffel, Münzen usw.

5.2 Schritte des forschenden Lernens

Zu Beginn der Einheit wird den Lernenden ein einfacher Forschungszyklus vorgestellt. Es soll bewusst werden, dass das Formulieren einer Fragestellung und die Planung eines Vorgehens bei einer Untersuchung wichtige Schritte sind, die Zeit, Kreativität und Kompetenz erfordern. Abbildung 1 zeigt die Darstellung eines Forschungszyklus als Forschungsnetz. Ein Netz erscheint angemessener als ein Zyklus, um das ständige Hin- und Herspringen zwischen Planung, Durchführung, verbesserter Planung und dem dabei immer wieder neu

notwendigen Theoriebezug darzustellen. Der Begriff Hypothese wird hier als Synonym für eine begründete Vermutung verwendet.

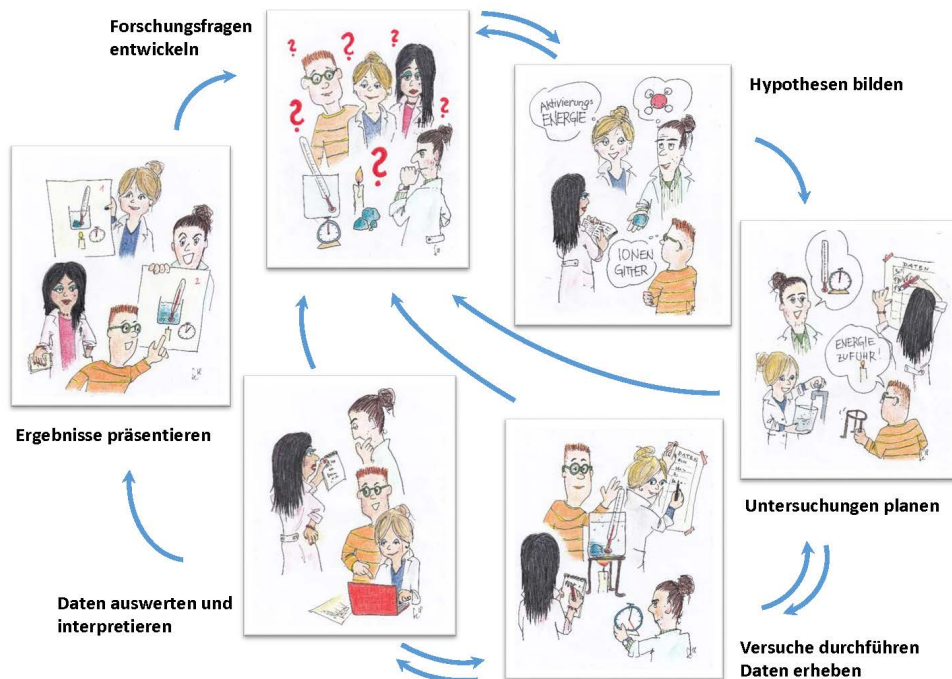



Abbildung 1: Forschungsnetz (Koliander & Steininger, Chemie und Schule 1, 2017, mit freundlicher Genehmigung der Autorinnen).

5.3 Begründete Vermutungen aufstellen und diskutieren

Die Lernenden bilden „Forscherguppen“ von 4-5 Personen. Sie erhalten eine Fragestellung, zu der sie nach einer Diskussion in der Gruppe eine begründete Vermutung aufstellen sollen.



Aufgabe 1: Aufstellen einer Hypothese
Stellen Sie zuerst eine Hypothese auf, erst danach erhalten Sie die notwendigen Materialien für die Durchführung der Untersuchung.

Ein Becher mit Wasser wird auf eine Waage gestellt. Das angezeigte Gewicht wird abgelesen. Eine Hand wird in das Wasser getaucht, ohne den Becher zu berühren.

Wird die Waage danach gleich viel, mehr oder weniger anzeigen als zuvor?

Notieren Sie Ihre Vermutung und geben Sie eine Begründung!

Danach muss die eigene Hypothese dargelegt und verteidigt werden.



Aufgabe 2: Präsentation der Hypothesen

Es findet ein „Forschungskongress“ statt, bei welchem alle Gruppen ihre Hypothesen vorstellen und verteidigen sollen.

Wählen Sie eine Person, die das Ergebnis Ihrer Diskussion vorstellt.

5.4 Durchführung des Versuchs, erweiterte Datenerhebung



Aufgabe 3: Planung und Durchführung einer Untersuchung

Stellen Sie Vermutungen auf, wovon die Änderung der Anzeige abhängt. Planen Sie Untersuchungen, mit denen Sie Belege für Ihre Vermutung sammeln können. Dokumentieren Sie sorgfältig Ihre Vorgangsweise und die erhobenen Daten!

5.5 Weiterer Verlauf

Die Lernenden stellen bei einem „Forschungskongress“ ihre Ergebnisse vor.

Es gibt aus den Daten und aus dem Konzept „Auftriebskraft“ folgend eine inhaltliche Klärung des Problems. Es werden weitere Fragen gesammelt, die durch die bisher gesammelten Daten nicht beantwortet werden können. Dazu könnten weitere Untersuchungen geplant werden.

Zur weiteren Klärung tragen „Evaluationsaufgaben“ bei, die am Schluss der Einheit den Gruppen zur Lösung vorgelegt werden.

6 Ergebnisse

6.1 Schritte des forschenden Lernens

Die Beobachtungen in den Klassen und bei den Studierenden zeigen, dass diese Einführung es ermöglicht, dass sich die Beteiligten später in der Gruppenarbeit selbst als kleine „Forschungsgruppen“ fühlen und bereit sind, kreativ und auch mit der Option, zu scheitern, an offene Fragestellungen heranzugehen. Eine Möglichkeit für die Umsetzung im Rahmen des digitalen Scaffolding wäre die Umsetzung dieser Bildfolgen als kurzer Film und anschließend bei jeder Aufgabenstellung eine Klärung, welche Schritte hier notwendig sind. Es könnte aber auch der Lehrperson überlassen bleiben, diese Metaebene vorzustellen und zu begleiten. Wie Wu und

Pedersen (2011) gezeigt haben, ist die Begleitung durch die Lehrperson auf dieser Ebene zusätzlich zu einem methodischen digitalen Scaffolding besonders wirksam beim Erlernen der Schritte des Forschenden Lernens.

6.2 Begründete Vermutungen aufstellen und diskutieren

Es gibt sowohl unter Schülern/Schülerinnen wie auch unter Studierenden mindestens zwei gut begründete Voraussagen für den unter 5.3 beschriebenen Versuch: Einerseits die Vermutung, es werde sich das Gewicht nicht ändern, da ja die Hand vom Körper gehalten wird und somit keine zusätzliche Masse dazukommt. Andererseits die Vermutung, dass sich das Gewicht erhöhen wird. Das wird einerseits mit „Druck auf das Wasser“ begründet, andererseits mit „Steigen des Wasserspiegels“. In keinem der bisher schon mehrfach durchgeführten Settings wurde beobachtet, dass die Antwort: „Auftriebskraft wirkt auf die Finger, die Gegenkraft dazu wird von der Waage aufgenommen und angezeigt“ bei dieser ersten Vermutung als Begründung gegeben wird. Hier stellt sich für das digitale Begleiten die schwierige Frage, wie die Begründung zu einer Vermutung erkannt werden kann. Das Anklicken der drei Optionen für gleich viel, mehr oder weniger ist einfach. Die Begründungen sollten jedoch keinesfalls vorgegeben werden, damit die Lernenden gezwungen sind, sich ihrer eigenen Konzepte diesbezüglich klar zu werden und auf diese zurückzugreifen. Ganz wichtig bei der Begleitung ist, dass an dieser Stelle keine der Vermutungen und Begründungen zurückgewiesen wird, dass alle mit Wertschätzung aufgenommen werden und eine weitere Überprüfung durch Experimente zugelassen wird.

Die Vorstellung der begründeten Vermutungen zeigt bisher in allen Fällen innerhalb der Klasse unterschiedliche Erwartungen und Begründungen. Die verschiedenen Begründungen der anderen Gruppen werden teilweise überrascht zur Kenntnis genommen. Die beobachteten Personen wollen an dieser Stelle schon dringend wissen, wie die Waage auf die Aktion reagieren wird.

Die Materialien (Waagen und ein Becher mit Wasser) werden an die Gruppen ausgegeben. Die Gruppen führen die Untersuchung durch. Wird die Arbeit digital begleitet, so bleibt trotzdem der Lehrperson die Aufgabe, die Materialien so lange zurückzuhalten, bis diese Diskussion beendet ist und alle Hypothesen vorgestellt wurden.

6.3 Durchführung des Versuchs, erweiterte Datenerhebung

Sowohl bei den Schülern und Schülerinnen als auch unter den Studierenden wird rasch erkannt, dass die Änderung an der Waagenanzeige davon abhängt, wie tief die Finger eingetaucht werden. An dieser Stelle gibt es Personen, die damit die Aufgabe als gelöst sehen. Erst wenn eine genauere Beschreibung der Größe, die sich dabei ändert, verlangt wird, wird klar, dass es die Oberfläche, das Volumen, das steigende Wasser, die Wasserhöhe im Glas, aber auch die Masse des Fingers sein könnte, die die Änderung verursacht. Hier muss in der digitalen Begleitung eine Präzisierung verlangt werden, und all diese Möglichkeiten einmal vorgegeben und zu einer weiteren Untersuchung freigegeben werden.

6.4 Weiterer Verlauf

Die Lernenden stellen bei einem „Forschungskongress“ ihre Ergebnisse vor. Dies könnte digital über ein WIKI begleitet werden, in dem die Vorgehensweise, die Daten und die Schlussfolgerungen in einem Film, den die Lernenden darüber erstellen, dargelegt werden. Die Schüler/innen können nach dem Hochladen ihres eigenen Films die anderen Ergebnisse ansehen und weitere Lösungen kennenlernen und kommentieren.

7 Praxisrelevanz und Ausblick

Diese Einheit stellt die erste von mehreren Einheiten dar, die in diesem Projekt zuerst analog entwickelt und in Schulklassen umgesetzt und danach auf digitale Umsetzung hin bearbeitet werden. Die zweite Einheit ist zum Thema chemische Reaktion. Für dieses Thema konnte eine Diplomandin gewonnen werden, die im Rahmen der Testung des analogen Materials einerseits die Protokolle der Schülerinnen und Schüler, andererseits Audioaufnahmen aus den Gruppenarbeiten analysiert und auswertet. Ausgehend von mehreren solchen Untersuchungen, durch die herausgefunden werden soll, was für Lernende an hilfreicher Unterstützung durch digitale Medien möglich wäre, wird eine leicht zugängliche und schnell abrufbare Website erstellt, die für zwei Themenstellungen im Bereich des ersten Lernjahres in Chemie ein digitales Scaffolding für Unterrichtseinheiten zum Forschenden Lernen auf Stufe 2 ermöglichen soll. Den Ergebnissen von Wu und Pedersen (2011) folgend wird vor allem eine methodische Begleitung entwickelt: Von der Fragestellung ausgehend werden die

Schülerinnen und Schüler bei der Bildung von Hypothesen, bei der Auswahl von Methoden, bei der Datenerhebung und Dateninterpretation begleitet. Diese Materialien werden in Schulklassen hoher Diversität getestet. Daten über den Einsatz zu diesen Einheiten zum Forschenden Lernen werden durch Beobachtung der Schülerinnen und Schüler, durch die digitale Dokumentation der Nutzung der angebotenen Unterstützungsbeihilfe und durch Interviews mit den jeweiligen Lehrpersonen erhoben. Das digitale Scaffolding soll in weiterer Folge auf andere Bereiche, vor allem auf Labor- und Werkstättenunterricht in Berufsschulen, übertragen werden, um auch in diesen Bereichen Lehrkräfte beim Einsatz von Forschendem Lernen zu unterstützen.

Die entwickelten und evaluierten Materialien sollen Lehrpersonen dabei unterstützen, das Forschende Lernen im Bereich der Chemie und in weiterer Folge in anderen Fächern, auch in der Sekundarstufe 1, in Berufsschulen, vor allem in Klassen hoher Diversität, umzusetzen.

Das gesamte Projekt ist als Pilotprojekt für weitergehende Entwicklungen gedacht. Einerseits sollen in weiterer Folge die digitalen Angebote weiterentwickelt und bis zu Lernumgebungen mit Augmented Reality als Unterstützung für Forschendes Lernen auf Level 2 geformt werden. Andererseits sollen die entwickelten Materialien und die entwickelten Evaluationsmethoden als Vorlage für Bachelor- und Masterarbeiten für Lehramtsstudierende (auch im berufsbildenden Bereich) dienen und diese Studierenden ermutigen, ähnliche Lernumgebungen für andere Fächer, in denen eigenständiges, kreatives Problemlösen als wichtige Kompetenz gesehen wird, zu entwickeln und zu testen.

Literatur

- Abd-El-Khalick, F. (2006). Over and Over Again: College Students' Views of Nature of Science. In L. B. Flick & N. G. Ledermann (Hrsg.), *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Springer.
- Abrams, E., Southerland, S. A. & Evans, C. (2008). Introduction. Inquiry in the classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition. In E. Abrams, S. A. Southerland & S. Peggy (Hrsg.), *Inquiry in the Classroom: Realities and Opportunities* (S. xi-xlii). Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing.
- Blanchard, M., R., Southerland, S., A., Osborne, J., W., Sampson, V., D., Annetta, L., A. & Granger, E., M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M. & Lee, C. W. Y. (2017). *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning*. Singapore: Springer Science+Business Media Singapore.
- Dewey, J. (1910). Science as Subject-Matter and as Method. *Science, New Series*, 31(787), 121-127.
- Herron, M. D. (1971). The Nature of Scientific Inquiry. *The School Review*, 79(2), 171-212.
- Hofer, E., Lembens, A. & Abels, S. (2016). Enquiry based Science Education in Austrian Teacher Professional Development Courses. In I. Eilks, S. Markic & B. Ralle (Hrsg.), *Science Education Research and Practical Work* (S. 271). Germany: Shaker.
- Hmelo-Silver, C., Duncan, R. G. & Chinn C. A. (2007) Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107,
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Millar, R. (1998). Rhetoric and reality: what practical work in science is really for. In J. Wellington (Hrsg.), *Practical work in school science - Which way now?* (S. 16-31). London New York: Routledge.
- Schwab, J., J. (1960). Inquiry, the Science Teacher, and the Educator. *The School Review*, 68(2), 176-195.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: the development of higher mental process*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wu, H.-L., & Pedersen, S. (2011). Integrating computer- and teacher-based scaffolds in science inquiry. *Computers & Education*, 57(4), 2352-2363.