

Universitätsbesuche

- Aktuelle Forschung als Lerngegenstand für Schüler*innen -

Andreas Bednarek*, Rita Wodzinski*

*Universität Kassel, Didaktik der Physik, Heinrich-Plett-Straße 40, 34132 Kassel
bednarek@physik.uni-kassel.de, wodzinski@physik.uni-kassel.de

Kurzfassung

Universitätsbesuche sind eine häufig genutzte Gelegenheit, um Schüler*innen Einblicke in aktuelle Forschung zu gewähren. Um dabei gezielt das Wissenschaftsverständnis der Schüler*innen zu adressieren, sind didaktische Konzepte zur Gestaltung der Universitätsbesuche und zur Einbettung in Unterricht hilfreich. Im Sinne eines Design-Based-Research-Ansatzes (Reinmann, 2005) sollen entsprechende didaktische Konzepte mit Bezug auf die Forschungsgruppen der Universität Kassel entwickelt werden. In einem ersten Schritt wird dazu mittels leitfadengestützter Interviews mit Schüler*innen analysiert, welche Vorstellungen und Erwartungen vor einem Universitätsbesuch vorliegen und welche Wirkungen Universitätsbesuche auf Schüler*innen haben. Auf diese Weise sollen Merkmale herausgearbeitet werden, die das Gelingen von Universitätsbesuchen beeinflussen.

Im Vortrag werden erste Ergebnisse der Interviews sowie das didaktische Konzept der bisher durchgeführten Universitätsbesuche vorgestellt.

Die Arbeit ist in das Forschungsvorhaben „Contemporary Science @ School“ eingebettet, welches ein Teil des PRONET²-Projekts der Qualitätsoffensive Lehrerbildung¹ ist.

1. Aktuelle Forschung als Lerngegenstand für Schüler*innen

Ein angemessenes Verständnis von Nature of Science (NoS) ist wichtig, um „Vorstellungen darüber zu erzeugen, zu unterstützen oder zu irritieren, was Physik ist, womit sie sich befasst und auf welche Weise sie entsteht“ (Höttecke, 2008, S.5). Darüber hinaus kann ein angemessenes Verständnis zu NoS helfen, Begegnungen mit naturwissenschaftlicher Forschung, z.B. in den Medien, bzgl. ihrer Authentizität zu beurteilen (Kolstø, 2001; Gebhard et al., 2017) oder sich über gesellschaftlich relevante und naturwissenschaftlich bedeutsame Probleme eine Meinung bilden zu können (Ruhrig & Höttecke, 2015; Driver et al., 1996).

Allerdings besitzen Schüler*innen trotz naturwissenschaftlichem Unterricht oft inadäquate Vorstellungen zu NoS (Lederman & Lederman, 2014; Abd-El-Khalick, 2013; Kircher & Dittmer, 2004). Eine Möglichkeit diesen Schwierigkeiten zu begegnen, besteht in einer Vernetzung von Schul- und Forschungspraxis.

1.1. Vernetzung von Schul- und Forschungspraxis

Eine Vernetzung von Schul- und Forschungspraxis kann über einen unmittelbaren Kontakt von Schüler*innen mit naturwissenschaftlichen Forschungsgruppen realisiert werden. Für die Umsetzung dieser

Vernetzung gibt es verschiedene Möglichkeiten: Einerseits können einzelne Naturwissenschaftler*innen direkt ins Klassenzimmer eingeladen werden, andererseits können Schüler*innen naturwissenschaftliche Forschungsgruppen in deren Einrichtung vor Ort besuchen (Stäudel, 2014; Tsybulsky, 2019). Darüber hinaus existieren verschiedene Möglichkeiten, einen solchen Besuch auszugestalten: Schüler*innen können während eines kurzen Aufenthalts Labore besichtigen (Tsybulsky, 2019; Tsybulsky, Dodick & Camhi, 2018; Clark et al., 2016), mit Naturwissenschaftler*innen diskutieren (Woods-Townsend et al., 2016) oder während eines längeren Zeitraums sogar mit Naturwissenschaftler*innen zusammenarbeiten (Burgin & Sadler, 2016; Sadler et al., 2010). Zudem besteht die Möglichkeit, Schüler*innen im Unterricht mit Videos zu konfrontieren, welche die Arbeit von Naturwissenschaftler*innen veranschaulichen (Stamer, 2019), falls ein Besuch vor Ort nicht realisierbar ist.

Obwohl sich die Möglichkeiten, Schul- und Forschungspraxis zu vernetzen, zum Teil sehr stark unterscheiden, können gemeinsame Ziele abgeleitet werden. Die Auseinandersetzung mit aktueller naturwissenschaftlicher Forschung ermöglicht authentische Einblicke in die Praxis der Wissenschaftsgemeinschaften (France & Compton, 2012) und ist potenzieller Ausgangspunkt für eine Entwicklung von Vorstellungen über NoS (Tsybulsky, Dodick &

¹ Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1805

gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Camhi, 2018; Sadler et al., 2010; Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015), eine Erkundung beruflicher Möglichkeiten (Woods-Townsend et al., 2016; Clark et al., 2016; Sadler et al., 2010; Stamer et al., 2018) sowie eine Motivation für die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Forschungsinhalten (Woods-Townsend et al., 2016; Tsybulsky, 2019; Sadler et al., 2010).

Trotz gemeinsamer Ziele finden die einzelnen Lerngelegenheiten in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung unterschiedliche Beachtung. Im Fokus steht die Zusammenarbeit von Schüler*innen mit Naturwissenschaftler*innen während eines längeren Zeitraums (Sadler et al., 2010), wohingegen kurze Besuche von Forschungseinrichtungen, die Laborbesichtigungen oder Diskussionen mit Naturwissenschaftler*innen beinhalten, bisher weniger beforscht wurden (Tsybulsky, 2019). Aus diesem Grund sind bereits viele Wirkungen einer langfristigen Zusammenarbeit auf die oben genannten Ziele bekannt (z.B. Sadler et al., 2010). Bzgl. der kurzen Besuche existieren nur einzelne Untersuchungen (z.B. Tsybulsky, 2019; Tsybulsky, Dodick & Camhi, 2018; Woods-Townsend et al., 2016). Diese haben ergeben, dass Laborbesichtigungen eine Entwicklung von Vorstellungen über NoS anregen können (Tsybulsky, Dodick & Camhi, 2018), wohingegen Diskussionen mit Naturwissenschaftler*innen zusätzlich eine Erkundung naturwissenschaftlicher (Forschungs-)inhalte sowie beruflicher Möglichkeiten begünstigen (Woods-Townsend et al., 2016). Zudem werden Untersuchungen zur Wirkung von Videos, welche Einblicke in die Arbeit von Naturwissenschaftler*innen zulassen, aktuell durchgeführt (Stamer, 2019).

1.2. Das Projekt „Contemporary Science @ School“

Im Projekt „Contemporary Science @ School“ wurde deshalb eine Lernumgebung entwickelt, in deren Zentrum Universitätsbesuche für Schüler*innen stehen, die eine Anregung von Reflexionen über NoS zum Ziel haben. Die Universitätsbesuche beinhalten sowohl Laborbesichtigungen von Forschungsgruppen der Experimentalphysik als auch anschließende Diskussionen mit den Fachwissenschaftler*innen. Darüber hinaus werden die Universitätsbesuche im Unterricht mit einem Video vorbereitet, welches einen Arbeitstag von Physiker*innen mit „typischen“ Tätigkeiten veranschaulicht.

Im Forschungsprojekt werden die Wirkungen der Universitätsbesuche sowie des vorbereitenden Videos, insbesondere im Hinblick auf die Anregung von Vorstellungen zu NoS, untersucht. Darüber hinaus wird der Frage nachgegangen, inwiefern die einzelnen Bausteine (Laborbesuche, Diskussionen mit Fachwissenschaftler*innen, Vorbereitung durch das Video) die Wirkung der Universitätsbesuche beeinflussen. Im Sinne eines Design-Based-Research Ansatzes soll die Lernumgebung daraufhin optimiert werden. Sowohl Diskussionen mit

Fachwissenschaftler*innen als auch Veranschaulichungen „typischer“ Tätigkeiten von Physiker*innen durch Videos können im regulären Unterricht durchgeführt werden. Laborbesuche erfordern hingegen einen Besuch vor Ort. Die Untersuchung soll helfen, den Zugewinn realer Universitätsbesuche gegenüber einer Einbettung in den Unterricht abzuschätzen.

1.3. Tätigkeitsfeld von Naturwissenschaftler*innen

Sowohl im Video als auch während der Laborbesuche und Diskussionen mit Fachwissenschaftler*innen werden die Schüler*innen mit dem Tätigkeitsfeld von Physiker*innen konfrontiert. Das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftler*innen, insbesondere Physiker*innen, kann anhand des adaptierten RIASEC+N-Modells (Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015) charakterisiert werden. Das Modell weist Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen folgende Attribute zu: handwerklich, analytisch (intellektuell), kreativ, sozial, unternehmerisch, präzise (verwaltend) und kooperierend (Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015).

Einblicke in verschiedene Tätigkeitsbereiche von Naturwissenschaftler*innen gewähren Einsichten in die Funktionsweise von Naturwissenschaften in der Praxis. Aspekte, wie Kreativität, soziale Eingebundenheit und Kooperation sind auch in typischen Auflistungen zur Charakterisierung von NoS zu finden (Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015; Lederman, 2007). Aus diesem Grund werden die unterschiedlichen Tätigkeitsbereiche des RIASEC+N-Modells als Analyseraster bei der Untersuchung der Wirkungen der Universitätsbesuche sowie des vorbereitenden Videos explizit herangezogen.

2. Methode

Im folgenden Abschnitt werden Forschungsfragen, das didaktische Konzept der Universitätsbesuche, Erhebungsinstrumente, das Untersuchungsdesign sowie bisher durchgeführte Erhebungen vorgestellt.

2.1. Forschungsfragen

Anhand der dargestellten Ziele können folgende Forschungsfragen abgeleitet werden:

1. Welche Wirkungen haben die Universitätsbesuche auf Schüler*innen?
Insbesondere: Inwiefern werden durch die Universitätsbesuche Reflexionen zu Nature of Science angeregt?
2. Welchen Beitrag leisten die einzelnen Bausteine (Laborbesuche, Diskussionen mit Fachwissenschaftler*innen, Vorbereitung durch ein Video), zur Wirkung der Universitätsbesuche?
Insbesondere: Inwiefern beeinflussen sie die Wirkung im Hinblick auf Reflexionen zu Nature of Science?

2.2. Didaktisches Konzept der Universitätsbesuche

Die Universitätsbesuche werden für Schulklassen bzw. -kurse ab dem zehnten Jahrgang angeboten. Folgende drei Forschungsgruppen aus der Experimentalphysik sind an den Universitätsbesuchen beteiligt: Funktionale dünne Schichten & Physik mit Synchrotronstrahlung, Laborastrophysik sowie Femtosekunden-spektroskopie & Ultraschnelle Laserkontrolle. Die Dauer eines Universitätsbesuchs beträgt insgesamt drei Stunden.

In der Unterrichtsstunde vor dem Universitätsbesuch bekommen die Schüler*innen das Video mit „typischen“ Tätigkeiten eines Arbeitstags von Physiker*innen zu sehen. Das Video wurde in der Arbeitsgruppe der Funktionalen dünnen Schichten & Physik mit Synchrotronstrahlung mit diversen Forschungsgruppenmitgliedern aufgenommen². Der Arbeitsalltag verschiedener Personen wird veranschaulicht, sodass diverse Aspekte des Tätigkeitsspektrum von Physiker*innen (Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015) gezeigt werden. Es enthält eine gemeinsame Wochenplanung, eine Sequenz, in der Studierende betreut werden, ein Forschungskolloquium, bei welchem ein Arbeitsgruppenmitglied seinen Forschungsstand präsentiert und zur Diskussion stellt, eine Sequenz im Labor, in welcher an Experimenten gearbeitet wird, sowie eine Sequenz im Büro, in welcher Daten ausgewertet, Forschungsberichte geschrieben werden und Wissenschaftskommunikation mit anderen Forschungsgruppen betrieben wird. Im Anschluss an die Präsentation des Videos diskutiert die Lerngruppe gemeinsam mit der Lehrkraft unerwartete Aspekte und notiert Fragen. Die Notizen fungieren als Vorbereitung für die Diskussionsrunde während des Universitätsbesuchs.

Der Ablauf des Universitätsbesuchs besteht aus vier verschiedenen Bausteinen:

- Zu Beginn erhalten die Schüler*innen durch Mitarbeiter*innen der Didaktik eine Einführung in die Spektroskopie³. Da die Methode der Spektroskopie in allen drei Forschungsgruppen Anwendung findet, dient die Einführung als Vorbereitung für die Forschungsgruppenbesuche.
- Nach der Einführung wird die Klasse bzw. der Kurs in zwei verschiedene Gruppen aufgeteilt⁴. Die Schüler*innen können wählen, welche Forschungsgruppe sie besuchen⁵. Im Anschluss erhalten die Schüler*innen innerhalb ihrer gewählten Forschungsgruppe einen didaktisch reduzierten Vortrag von einem Forschungsgruppenmitglied. Während des Vortrags können sie

Einblicke in physikalische Inhalte der aktuellen Forschung gewinnen.

- Als nächstes besuchen die Schüler*innen die Labore. Die Forschungsgruppenmitglieder gewähren Einblicke in Experimente und Methoden der aktuellen Forschung. Darüber hinaus werden auch Aspekte der Forschungspraxis, beispielsweise unterschiedliche Forschungstätigkeiten, thematisiert.
- Im Anschluss werden die beiden Gruppen wieder zusammengeführt und die Schüler*innen bekommen Zeit, sich über ihre Erlebnisse in den verschiedenen Forschungsgruppen auszutauschen. Zeitgleich erhalten sie den Auftrag, Fragen zu notieren, die während der Laborbesichtigung entstanden sind.
- Zum Abschluss bekommen alle Schüler*innen im Rahmen einer Diskussionsrunde die Möglichkeit, ihre Fragen zu stellen. Die Forschungsgruppenmitglieder, die an den Laborführungen sowie an der Produktion der Videos beteiligt waren, nehmen an der Diskussion teil. Die Diskussionsrunde wird in zwei Abschnitte gegliedert: Als erstes werden die vorbereiteten Fragen zum Video und im Anschluss die Fragen zur Laborbesichtigung diskutiert.

2.3. Erhebungsinstrumente & Untersuchungsdesign

Zur Untersuchung der Wirkungen der Universitätsbesuche auf Schüler*innen und des Beitrags einzelner Bausteine bzgl. der Wirkungen werden Interviews im Pre-Post-Design durchgeführt sowie offene Fragebögen am Ende des Universitätsbesuchs eingesetzt. Während der Prä-Interviews wird zudem ein kurzer Fragebogen zur Erfassung sozio-demographischer Daten ausgehändigt, um ggfs. äußere Einflüsse zu identifizieren. Über das Datenmaterial sollen konkrete Anlässe identifiziert werden, die ein Nachdenken über Aspekte von NoS angeregt haben.

Im Pre-Interview werden Erwartungen der Schüler*innen an den Universitätsbesuch sowie an die Inhalte des Universitätsbesuchs erfasst. Darüber hinaus werden Vorstellungen über das Institut für Physik, Labore und die Arbeit von Physiker*innen erhoben. In diesem Zusammenhang wird den Schüler*innen das Video nochmals vorgespielt, um die Vorstellungen bzgl. der dargestellten Tätigkeiten explizit zu untersuchen und ggfs. unerwartete Tätigkeiten zu erfassen.

Im Post-Interview werden Erfahrungen der Schüler*innen, die sie während des Universitätsbesuchs

² Die Forschungsgruppenmitglieder, die im Video zu sehen sind, haben sich freiwillig dazu bereit erklärt, teilzunehmen.

³ Falls es sich um einen Q3- bzw. Q4-Kurs aus der gymnasialen Oberstufe (in Hessen) handelt, entfällt die Einführung, weil das Themengebiet der Spektroskopie bereits im Unterricht behandelt wurde.

⁴ Es stehen pro Universitätsbesuch nur zwei Forschungsgruppen zur Auswahl, um den Aufwand für die

Fachwissenschaftler*innen zu reduzieren. (Diese unterstützen die Universitätsbesuche auf freiwilliger Basis.)

⁵ Da während der folgenden Laborbesichtigungen nur eine begrenzte Anzahl an Plätzen zur Verfügung steht, ist eine Aufteilung bei Klassen bzw. Kursen mit einer größeren Schülerzahl zwingend notwendig.

gemacht haben, zunächst im Allgemeinen und im Anschluss bezogen auf die unterschiedlichen Bausteine (Laborbesichtigung, Diskussionsrunde, etc.) erfasst. Zudem werden Aussagen aus den Pre-Interviews, insbesondere über das Institut für Physik, die Labore und die Arbeit von Physiker*innen aufgegriffen, um ggfs. Vorstellungsänderungen zu identifizieren.

Im offenen Fragebogen werden die Schüler*innen ebenfalls nach den Erfahrungen, die sie während des Universitätsbesuchs gemacht haben, sowohl im Allgemeinen als auch bzgl. der unterschiedlichen Bausteine befragt. Diese können zum Vergleich der Aussagen im Post-Interview herangezogen werden.

Sowohl die Interviews als auch der Fragebogen werden mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) ausgewertet. Es wird eine inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse angewandt, bei welcher die Inhalte induktiv erfasst werden. Zur Strukturierung werden theoretische Ansätze, z.B. das RIASEC+N-Modell bzgl. des Tätigkeitsspektrums von Naturwissenschaftler*innen (Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015), herangezogen.

2.4. Teilnehmer*innen & Erhebungen

Seit dem Sommersemester 2019 wurden fünf Universitätsbesuche durchgeführt. Daran haben zwei 10. Klassen aus dem Gymnasialzweig einer Gesamtschule, ein Leistungskurs aus der E-Phase, ein Q2-Grundkurs sowie ein Q3-Leistungskurs jeweils eines Gymnasiums teilgenommen. Es konnten Erhebungen aus insgesamt 15 Interviews und 60 Fragebögen gesammelt werden.

3. Ergebnisse

Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich lediglich auf den ersten Interviewabschnitt der 15 Post-Interviews und sollen einen ersten Einblick in die Art der Auswertung und deren Ertrag für die Weiterentwicklung der Universitätsbesuche geben. Die Schüler*innen wurden in diesem Interviewabschnitt allgemein zu ihren Erfahrungen, die sie während des Universitätsbesuchs gemacht haben, befragt⁶. Ziel der Analyse ist, über die berichteten Erfahrungen Aussagen zu erhalten, welche Aspekte die Schüler*innen in besonderer Weise wahrgenommen haben, um daraus mögliche Denkanstöße in Richtung NoS zu identifizieren.

3.1. Wirkungen der Universitätsbesuche

In einem ersten Auswertungsschritt, unter der Leitfrage „Von welchen Erfahrungen berichten Schüler*innen nach einem Universitätsbesuch?“, konnten mithilfe der Schüleraussagen acht Hauptkategorien bzgl. der berichteten Erfahrungen gebildet werden:

- (K1) Physikalische Forschungsinhalte und -methoden
- (K2) Merkmale naturwissenschaftlichen Wissens

(K3) Eindrücke von den Räumen am Institut für Physik

(K4) Persönliche Eindrücke von der Laborumgebung

(K5) Merkmale der Arbeit von Physiker*innen an einer Universität

(K6) Merkmale der Arbeit von Physikstudierenden an einer Universität

(K7) Studien- bzw. Berufswahl in den Naturwissenschaften

(K8) Sonstiges

In Tabelle 1 sind Definitionen und Ankerbeispiele exemplarisch für die Kategorien K1, K4, K5 und K7 dargestellt.

Die Hauptkategorien werden unterschiedlich häufig adressiert. Viele Schüler*innen berichten über Merkmale der Arbeit von Physiker*innen (K5) (N=12) sowie über physikalische Forschungsinhalte bzw. -methoden (K1) und persönliche Eindrücke innerhalb der Laborumgebung (K4) (jeweils N=10). Etwa die Hälfte der Schüler*innen (N=8) macht Äußerungen im Bereich der Studien- bzw. Berufswahl (K7). Von Merkmalen naturwissenschaftlichen Wissens (K5) sowie Eindrücken von den Räumen am Institut für Physik wird weniger berichtet (N=5 bzw. 6). Zu Merkmalen der Arbeit von Physikstudierenden (K6) äußert sich nur eine Person.

3.2. Denkanstöße zu Nature of Science

In einem zweiten Auswertungsschritt wurden die Hauptkategorien Merkmale naturwissenschaftlichen Wissens (K2) und Merkmale der Arbeit von Physiker*innen (K5) näher untersucht. Beide Kategorien beinhalten in besonderer Weise Aspekte von NoS. Das NoS-Konstrukt umfasst einerseits Vorstellungen zur „Genese naturwissenschaftlichen Wissens“ (Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015, S. 208; Lederman 2007) und andererseits Vorstellungen von den Naturwissenschaften als „kognitiv-epistemisches System“ bzw. „sozial-institutionelles System“ (Irzik & Nola, 2014). Forschungsaktivitäten und insbesondere Merkmale der Arbeit von Physiker*innen sind Kennzeichen dieses Systems (Tsybulsky, Dodick & Camhi, 2018, S. 1248).

Um durch den Universitätsbesuch erzeugte Reflexionsanregungen zu NoS genauer charakterisieren zu können, wurden für die beiden Hauptkategorien K2 und K5 Unterkategorien gebildet, welche die Verknüpfung zu NoS-Aspekten präzisieren. Für die Kategorie K5 wurde dafür das RIASEC+N-Modell (Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015) genutzt (siehe Tab. 2).

Alle Unterkategorien sind etwa gleich stark besetzt. Fünf Schüler*innen berichten von langen Zeiträumen bzw. einem hohen Arbeitsaufwand bei diversen Tätigkeiten von Physiker*innen. Vier Schüler*innen berichten von einer individuellen oder kreativen

⁶ Die Fragen des Interviewleitfadens können dem Anhang entnommen werden.

Kategorie:	Definition:	Ankerbeispiel:
(K1) Physikalische Forschungsinhalte und -methoden	In der Aussage werden physikalische Forschungsinhalte oder -methoden entweder explizit erläutert oder es wird ein Zusammenhang zu Forschungszielen bzw. Anwendungen in den Forschungsgruppen hergestellt.	„... je nach Molekül, also die werden ja angeregt mit Energie und wenn eben diese Elektronen zurückfallen und dabei geben sie ja diese Lichtenergie ab und das ist aber pro Atom, Molekül anders und dann nur auf ganz bestimmten eben Wellenlängen, so dass es ganz genau eine Farbe ist. Und worauf man dann halt zurückschließen kann, welcher Stoff das sein muss.“ (S02, 14)
(K4) Persönliche Eindrücke über die Laborumgebung	In der Aussage wird entweder die sinnliche Wahrnehmung einzelner Gegenstände, Experimente bzw. Tätigkeiten, die einen Eindruck hinterlassen haben, beschrieben oder persönliche Eindrücke über die gesamte Laborumgebung erläutert.	„Ja, [...] diese ganzen Experimente, die da durchgeführt wurden. Also, das war halt auch ganz neu. [...] Ich habe vorher auch noch nie so was gesehen, so riesen Räume mit so riesen Experimenten drin ...“ (S04, 11)
(K5) Merkmale der Arbeit von Physiker*innen an einer Universität	In der Aussage werden Eindrücke innerhalb der Laborumgebung entweder aus einer Metaperspektive betrachtet, indem beispielsweise beobachtete Tätigkeiten mit der Arbeit von Physiker*innen verknüpft werden, oder Merkmale erläutert, die während der Laborbesichtigung oder der Diskussionsrunde explizit thematisiert wurden.	„Ja, dass zum Beispiel nicht jeder einzelner Forscher den ganzen Tag nur alleine für sich dasitzt und etwas forscht, sondern auch sehr viel interagiert wird, sehr viel geredet, meistens auch nicht nur auf Deutsch, sondern auch auf anderen Sprachen.“ (S08, 24)
(K7) Studien- oder Berufswahl in den Naturwissenschaften	In der Aussage werden entweder Merkmale der Studien- oder Berufswahl explizit beschrieben, wie beispielsweise eine genaue Auseinandersetzung über differenzierte Bereiche der Naturwissenschaften, oder persönliche Eindrücke bzw. Entscheidungen erläutert, die aufgrund der Eindrücke beim Universitätsbesuch getroffen wurden.	„Sagen wir so, eigentlich mehr eine Bestärkung darin, dass ich eigentlich Physik studieren will. [...] So, dass ich halt so gemerkt habe, dass jetzt nicht, sagen wir noch, vielleicht zehn, zwanzig Jahre warten darf bis ich dann wirklich mal selber ran darf und forschen darf, sondern dass das halt jetzt zum Beispiel so bis meinen Master sozusagen nur noch dauert.“ (S01, 18-20)

Tabelle 1: Hauptkategorien zu den berichteten Erfahrungen von Schüler*innen

Herangehensweise bzw. von zugehörigen Forschungstätigkeiten, insbesondere der eigenständigen Entwicklung von Experimenten aufgrund fehlender Erwerbsmöglichkeiten. Die restlichen Unterkategorien werden jeweils von zwei bzw. drei Schüler*innen erwähnt.

Wenn die pro Schüler*in berichteten Unterkategorien betrachtet werden, sind Unterschiede erkennbar. Drei Schüler*innen machen Aussagen, die fünf verschiedenen Unterkategorien zugeordnet werden können. Vier Schüler*innen adressieren zwei bzw. drei verschiedenen Unterkategorien und fünf Schüler*innen äußern sich nur zu einer Unterkategorie. Drei Schüler*innen machen keine Aussagen zu Merkmalen der Arbeit von Physiker*innen, wie bereits den Ergebnissen zur Wirkung der Universitätsbesuche entnommen werden kann.

4. Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse unter Bezugnahme bereits existierender Untersuchungen interpretiert.

4.1. Wirkungen der Universitätsbesuche

Die acht Hauptkategorien des ersten Auswertungsschritts können in vier Bereiche zusammengefasst

werden, die beschreiben zu welchen Themenaspekten die Schüler*innen Erfahrungen sammeln konnten:

1. Physikalische Forschungsinhalte und -methoden (K1),
2. Eindrücke von Räumen und der Laborumgebung (K3 & K4),
3. Merkmale des naturwissenschaftlichen Wissens und der Arbeit von Physiker*innen bzw. Physikstudierenden (K2, K5 & K6) sowie
4. Überlegungen zur Studien- bzw. Berufswahl in den Naturwissenschaften (K7).

Diese Ergebnisse lassen sich mit den Ergebnissen anderer Studien, die sowohl eine längerfristige Zusammenarbeit von Schüler*innen mit Naturwissenschaftler*innen (z.B. Sadler et al., 2010) als auch kurzzeitige Besuche von Forschungseinrichtungen untersucht haben, wie z.B. ein Besuch von Laboren (Tsybulsky, 2019; Tsybulsky, Dodick & Camhi, 2018) oder Diskussionen mit Naturwissenschaftler*innen (Woods-Townsend et al., 2016), vergleichen.

Bzgl. der vorliegenden Ergebnisse ist auffallend, dass nur etwa die Hälfte der Schüler*innen sich zur Studien- bzw. Berufswahl äußert. Darüber hinaus zeigt

Unterkategorie:	Attribute des Tätigkeitspektrums von Naturwissenschaftler*innen nach dem RIASEC+N-Modell:	Ankerbeispiel:
Experimentelle bzw. praktische Forschungstätigkeiten	handwerklich	„Also ich hatte es mir immer so sehr wie ein Bürojob vorgestellt. So ist es ja nicht so ganz. Ich hätte immer gedacht, es wäre sehr viel simuliert und sehr viel am Computer gemacht, aber es wird ja noch sehr viel praktisch gemacht ...“ (S06, 20)
Intellektuelle bzw. theoretische Forschungstätigkeiten oder Herangehensweisen	analytisch/intellektuell	„... irgendwie, wie man so in diesen ganzen Forschungen so Modelle aufbaut und so. Ich wusste gar nicht, dass das so weit geht, Physik quasi.“ (I02, 10)
Genauere, detaillierte bzw. präzise Forschungstätigkeiten oder Herangehensweisen	präzise	„... und wie genau man da auch arbeiten muss, was wir auch erklärt bekommen haben, wie genau das ausgerichtet sein muss und wie die Störfaktoren und wie das alles genau gemessen wird. Also die Genauigkeit hat mich beeindruckt.“ (S02, 16)
Individuelle bzw. kreative Forschungstätigkeiten oder Herangehensweisen	kreativ	„Und das hat mich schon ziemlich beeindruckt, weil ich hätte mir nicht vorstellen können, dass man eigene Geräte bauen könnte, wenn man sie nicht kaufen kann.“ (S05, 14)
Zusammenarbeit bzw. Kooperation	kooperativ und sozial	„Ja, dass zum Beispiel nicht jeder einzelner Forscher den ganzen Tag nur alleine für sich dasitzt und etwas forscht, sondern auch sehr viel interagiert wird, sehr viel geredet, meistens auch nicht nur auf Deutsch, sondern auch auf anderen Sprachen.“ (S08, 24)
Finanzierung von Forschungsgruppen	unternehmerisch	„Ja, also wie man sich auch von außerhalb da immer so um Gelder bewerben muss für seine Projekte und dass dann auch nur ein kleiner Teil wirklich dann am Ende auch von der Uni finanziert wird.“ (S02, 12)
Entscheidungsmöglichkeiten bzgl. der Auswahl von Tätigkeiten oder der Zeiteinteilung		„Also dass man sozusagen diese Meetings hat, wo besprochen wird, was gemacht werden muss und daranhalten muss, aber [...] man kann sich seine Zeit, wann man jetzt welches Experiment macht, ob man es vormittags oder nachmittags macht, dass man sich das auch ein Stück weit selber einteilen kann. Also dass man da so ein bisschen Freiheit hat.“ (S02, 28)
Lange Zeiträume und hoher Arbeitsaufwand		„... und was ich halt auch krass fand, dass es quasi so lange dauert, bis man überhaupt zu so einem Ergebnis kommt.“ (S04, 11)

Tabelle 2: Unterkategorien zu Merkmalen der Arbeit von Physiker*innen (K5) und Verknüpfung zum RIASEC+N-Modell (Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015)

ein Blick in weitere Aussagen, dass Schüler*innen, die etwas über die Studien- bzw. Berufswahl berichten, tendenziell auch mehrere Aussagen bzgl. der Arbeit von Physiker*innen oder Physikstudierenden tätigen. Zudem werden Überlegungen bzgl. der Studien- bzw. Berufswahl mit Merkmalen der Arbeit von Physiker*innen oder Physikstudierenden in direkter Weise verknüpft. Ein Beispiel findet sich in Tabelle 1 und ein weiteres in folgender Aussage: „Also wenn

es ein reiner Bürojob gewesen wäre, hätte es mich nicht so wirklich interessiert. Also da es nicht nur um theoretische Rechnungen und so geht, also da es ja neue Bereiche sind, wo natürlich auch was getestet werden muss, kann man ja nicht einfach vorhersehen in dem Falle. Deswegen fand ich es auf jeden Fall interessant und, ja, vielleicht auch Karrieremöglichkeitmäßig auch was.“ (S06, 22) Diese zwei Aussagen deuten darauf hin, dass zwischen Überlegungen zur Studien- bzw. Berufswahl und Reflexionen bzgl. der

Arbeit von Physiker*innen oder Physikstudierenden ein Zusammenhang bestehen könnte. Im Hinblick auf eine Weiterentwicklung der Universitätsbesuche könnte ein derartiges Ergebnis gewinnbringend sein. Offenbar wird durch die Auseinandersetzung mit Tätigkeiten von Physiker*innen auch ein Nachdenken über die Berufswahl angeregt, wodurch ein Beitrag zur Klärung persönlicher Wünsche und Ziele geleistet werden kann.

Eine Vermittlung von Eindrücken von den Räumen und der Laborumgebung, insbesondere den „Gerätschaften für die experimentelle Klärung komplexer Fragen“ (Stäudel, 2014, S. 9), ist ebenfalls ein erstrebenswertes Ziel des Besuches naturwissenschaftlicher Forschungseinrichtungen. Zudem kann die Atmosphäre innerhalb der Labore sowie der direkte Kontakt mit Physiker*innen für das Lernen über NoS förderlich sein (Tsybulsky, Dodick & Camhi, 2018; Hodson & Wong, 2014). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen in diesem Zusammenhang eine weitere Auffälligkeit. Vier Schüler*innen berichten in mehreren Aussagen Eindrücke von den Räumen bzw. der Laborumgebung, tätigen allerdings wenige bzw. keine Aussagen bzgl. Merkmalen der Arbeit von Physiker*innen (max. eine Unterkategorie in Tab. 2). Wohingegen zwei Schüler*innen sehr viele Erfahrungen bzgl. Merkmalen der Arbeit von Physiker*innen berichten (fünf Unterkategorien in Tab. 2), allerdings keine Eindrücke von den Räumen oder der Laborumgebung schildern. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Wahrnehmung beim Universitätsbesuch von den Vorerfahrungen beeinflusst ist. Schüler*innen, die bereits zuvor einen Kontakt zu naturwissenschaftlichen Forschungseinrichtungen hatten, können sich ggfs. besser auf Aspekte fokussieren, die über Eindrücke innerhalb der Laborumgebung bzw. über Räume hinausgehen. Möglicherweise ist eine fokussierte Darstellung der Räumlichkeiten und Laborumgebungen im Videoclip bereits während der Vorbereitung auf den Universitätsbesuch gewinnbringend, um die Wahrnehmungstiefe während des Universitätsbesuchs zu verbessern.

4.2. Denkanstöße zu Nature of Science

Die Ergebnisse zeigen, dass die Universitätsbesuche Denkanstöße zum Tätigkeitsspektrum von Physiker*innen ermöglichen. Inwiefern diese Denkanstöße nachhaltige und eindruckliche Reflexionen zu NoS erlauben, muss durch weitere Untersuchungen aufgeklärt werden. Wenn beispielsweise berichtet wird, dass „international zusammengearbeitet wird“ (S06, 10), bedeutet das noch nicht, dass daraus adäquate Vorstellungen bzgl. NoS entwickelt werden. Die Schüler*innen könnten beispielsweise daraus schließen, dass Erkenntnisse in den Naturwissenschaften unabhängig von einzelnen Individuen sind, weil gemeinsam auf internationaler Ebene geforscht werden kann (Burgin & Sadler, 2016), womit soziale und kulturellen Einflüsse ignoriert würden (Lederman, 2007). Andererseits könnte die internationale Zusammenarbeit auch zum Gedankengang führen, dass ein

Austausch mit Experten mit unterschiedlichem Forschungshintergrund sehr wichtig ist und zu einer differenzierteren Interpretation von Forschungsergebnissen führt (Lederman, 2007). Demzufolge kann die Untersuchung nur potenzielle Reflexionen über Aspekte von NoS aufzeigen, bei denen eine Entwicklung von Fehlvorstellungen nicht ausgeschlossen ist (Burgin & Sadler, 2016). Ein möglicher Ansatzpunkt, diesem Problem zu begegnen, wäre eine explizite Diskussion bzw. gemeinsame Reflexion (Burgin & Sadler, 2016) der Erfahrungen des Universitätsbesuchs im folgenden Unterricht.

4.3. Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass Universitätsbesuche vielfältige Ansatzpunkte bieten, um über NoS zu reflektieren, die von Schüler*innen in unterschiedlicher Weise genutzt werden. Auf diese Weise werden Anknüpfungspunkte für eine Weiterentwicklung der Universitätsbesuche deutlich, die im Sinne eines Design-Based-Research-Ansatzes (Reinmann, 2005) aufgegriffen werden. Zudem werden im nächsten Schritt das weiteren Interviewmaterial sowie die Fragebögen ausgewertet. Daraus sollen weitere Hinweise zur Wirkung der Universitätsbesuche, insbesondere im Hinblick auf Denkanstöße und Vorstellungsänderungen bzgl. NoS (Forschungsfrage 1), sowie zum Beitrag der einzelnen Bausteine (Laborbesuche, Diskussionen, etc.) bzgl. der Wirkung der Universitätsbesuche (Forschungsfrage 2) abgeleitet werden.

5. Literatur

- Abd-El-Khalick, F. (2013): Teaching with and about Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. In: *Science & Education*, 22, 2087-2107.
- Burgin, S.R. & Sadler, T.D. (2016): Learning Nature of Science Concepts through a Research Apprenticeship Program: A Comparative Study of three Approaches. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 53 (1), 31-59.
- Clark, G., Russell, J., Enyeart, P., Gracia, B., Wessel, A., Jarmoskaite, I., ..., Roux, S. (2016): Science Educational Outreach Programs that Benefit Students and Scientists. In: *PLOS Biology*, 14 (2), 1-8.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996): *Young people's image of science*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- France, B. & Compton, V. (2012): Bringing Communities Together. In: B. France & V. Compton (Eds.), *Bringing Communities Together: Connecting Learners with Scientists or Technologists*. Rotterdam: Sense Publishers, 1-14.
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017): *Pädagogik der Naturwissenschaften. Ein Studienbuch*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 85-105.

- Hodson, D. & Wong, R. (2014): From the horse's mouth: why scientists' views are crucial to nature of science understanding. In: *International Journal of Science Education*, 36 (16), 2639-2665.
- Höttecke, D. (2008): Was ist Naturwissenschaft? Physikunterricht über die Natur der Naturwissenschaften. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 19 (103), 4-11.
- Irzik, G. & Nola, R. (2014): New directions of nature of science research. In: M. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history and philosophy of science & science teaching*. Dordrecht: Springer Publishers, 999-1022.
- Kircher, E. & Dittmer, A. (2004): Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften – ein Überblick. In: C. Höble, D. Höttecke & E. Kircher (Hrsg.), *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Kronach: Schneider, 1-22.
- Kolstø, S.D. (2001): Scientific Literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. In: *Science Education*, 85 (3), 291-310.
- Kuckartz, U. (2018): *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Weinheim: Beltz Juventa, 4. Aufl.
- Lederman, N.G. (2007): Nature of science: Past, present & future. In: S. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah: Erlbaum, 831-879.
- Lederman, N.G. & Lederman, J.S. (2014): Research on Teaching and Learning of Nature of Science. In: N.G. Lederman & S.K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. New York: Routledge, 600-620.
- Reinmann, G. (2005): Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: *Unterrichtswissenschaft*, 33 (1), 52-69.
- Ruhrig, J. & Höttecke, D. (2015): Components of Science Teachers' Professional Competence and Their Orientational Frameworks when Dealing with Uncertain Evidence in Science Teaching. In: *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 447-465.
- Sadler, T.D., Burgin, S., McKinney, L. & Ponjuan, L. (2010): Learning Science through Research Apprenticeships: A Critical Review of the Literature. In: *Journal of Research and Science Teaching*, 47 (3), 235-256.
- Stamer, I. (2019): *Authentische Vermittlung von Naturwissenschaften im Schülerlabor*. Kiel: Dissertation.
- Stamer, I., Pönicke, H., Schwarzer, S. & Parchmann, I. (2018): *Entwicklung und Validierung von Videos zur Förderung der authentischen Wahrnehmung von Naturwissenschaften im Schülerlabor klick!* In: C. Maurer (Hrsg.), *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg 2017*, 38, 613-616.
- Stäudel, L. (2014): Außerschulische Lernorte nutzen. Ein Überblick über Formen und Potenziale verschiedener Lernorte. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 25 (140), 4-9.
- Tsybulsky, D. (2019): Students meet authentic science: the valence and foci of experiences reported by high-school biology students regarding their participation in a science outreach programme. In: *International Journal of Science Education*, 41 (5), 567-585.
- Tsybulsky, D., Dodick, J. & Camhi, J. (2018): The Effect of Field Trips to University Outreach Labs on Israeli High School Students' NOS Understanding. In: *Research in Science Education*, 48 (6), 1247-1272.
- Wentorf, W., Höffler, T.N. & Parchmann, I. (2015): Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21, 207-222.
- Woods-Townsend, K., Christodoulou, W.R., Byrne, J., Griffiths, J.B. & Grace, M.M. (2016): Meet the Scientists: The Value of Short Interactions between Scientists and Students. In: *International Journal of Science Education Part B*, 6 (1), 89-113.

Anhang

Fragen aus dem ersten Interviewabschnitt des Post-Interviews:

1. Sicher hast du beim Universitätsbesuch Dinge erfahren, die neu für dich waren. Erzähl uns doch mal davon.
2. Welche Erfahrungen waren für dich besonders eindrucksvoll?
3. Hat dir verglichen mit deinen Erwartungen beim Universitätsbesuch etwas gefehlt?
4. Was hast du aus dem Universitätsbesuch mitgenommen?