

Schülervorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern

Fabian Leiß, Ralf Detemple, Heidrun Heinke

RWTH Aachen

leiss@physik.rwth-aachen.de, detemple@physik.rwth-aachen.de, heinke@physik.rwth-aachen.de

Kurzfassung

In Forschungsgemeinschaften spielen Kommunikation und Kooperation zwischen den beteiligten Personen und Arbeitsgruppen eine wichtige Rolle. Aus diesem Grund wurde bei der Konzeption des Schülerlabors SCIphyLAB_nano an der RWTH Aachen ein Verständnis der Kooperation zum zentralen Lernziel für Schülerinnen und Schüler erklärt. Der Sonderforschungsbereich 917 „Nanoswitches“ [10] diene dabei sowohl für die fachlichen Inhalte als auch für typische Arbeitsabläufe in den Naturwissenschaften als Vorbild. In einer explorativen Vorstudie wurden in einem offenen Erhebungsformat mit Zeichnungen und Texten die Schülervorstellungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern von 189 SuS gesammelt und inhaltsanalytisch ausgewertet. Darauf aufbauend wurde unter Berücksichtigung eines von Wentorf, Höffler und Parchmann [14] entwickelten Fragebogens ein Piktogramm-Text-Fragebogen gestaltet und getestet. Erste Ergebnisse zeigen sowohl einen positiven Einfluss des Einsatzes der Piktogramme im Erhebungsinstrument als auch des Schülerlaborbesuchs auf ausgewählte Vorstellungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern.

1. Einleitung

Welche Vorstellungen haben Schülerinnen und Schüler (SuS) von dem Arbeitsalltag von Naturwissenschaftlern? Wird ihrer Ansicht nach eher allein oder zusammen mit Kollegen gearbeitet? Kann ein Besuch im Schülerlabor diese Vorstellungen beeinflussen? Mit der Beantwortung dieser Fragen beschäftigt sich der vorliegende Beitrag. Ziel ist es SuS bei einem Besuch in einem Schülerlabor an der RWTH Aachen einen Einblick in die Arbeit einer Forschungsgruppe zu ermöglichen und sie möglichst authentisch die Arbeitsweisen und -methoden in den Naturwissenschaften erleben zu lassen. Im Hinblick darauf wurde das Schülerlabor SCIphyLAB_nano im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Sonderforschungsbereichs 917 „Nanoswitches“ [10] konzipiert und aufgebaut. Parallel dazu wurde mit der Untersuchung der Schülervorstellungen zur Arbeitsweise von Naturwissenschaftlern begonnen, wobei die Rolle von Kooperation und Kommunikation in der modernen naturwissenschaftlichen Forschung von besonderem Interesse war. Im Folgenden wird zunächst eine Einordnung in die bisherige Forschung vorgenommen und anschließend das Konzept des Schülerlabors vorgestellt, bevor die Untersuchungen der Schülervorstellungen präsentiert werden.

2. Schülervorstellungen über Naturwissenschaftler und ihre Tätigkeiten

In Zeiten von leicht zugänglichem Fachwissen wird die Frage nach der Herkunft und der Entstehung von Wissen immer wichtiger. Ein angemessenes Verständnis davon, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse ablaufen, welchen Zweck Naturwissenschaften erfüllen und welche Werte und Überzeugungen bei der Entstehung eine Rolle spielen, ist daher

anerkanntes Bildungsziel [12]. Diese Form des Metawissens wird - in Anlehnung an die englische Bezeichnung *Nature of Science* - im Deutschen meist mit *Natur der Naturwissenschaften* bezeichnet. Hierbei werden unter dem Begriff Natur allerdings eher Charakteristika, das Wesen oder auch die „Geartetheit“ [4, S. 19] verstanden. Obwohl der Themenbereich Natur der Naturwissenschaften schwer einzugrenzen ist, besteht dennoch großer Konsens über seine Bedeutsamkeit. Einen wichtigen Aspekt dieses Themenbereichs stellen selbstverständlich die beteiligten Naturwissenschaftler und ihre ausgeübten Tätigkeiten dar, die im Laufe der Zeit auch einem fortwährenden Wandel unterworfen sind. Möchte man das Schülerverständnis von der aktuellen Arbeit von Naturwissenschaftlern beeinflussen, ist es wie auch in anderen Lernprozessen wichtig zunächst die bereits vorhandenen Schülervorstellungen zu kennen und einbeziehen zu können.

Erste großangelegte Untersuchungen der Vorstellungen von SuS zur Person eines Naturwissenschaftlers wurden in den USA durchgeführt [8]. Hier wurden die SuS aufgefordert ihre Vorstellungen über Naturwissenschaftler in schriftlicher Form darzulegen. Ein später vielfach verwendetes Format, bei dem die SuS ihre Vorstellungen zeichnerisch darstellen, geht auf die Untersuchungen von Chambers [2] mit dem *Draw-A-Scientist Test* zurück. Schülervorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften der zwei genannten und weiterer Untersuchungen im englischen Sprachraum wurden von Höttecke [4, S. 71] als „unzureichend und nicht adäquat“ zusammengefasst. Naturwissenschaftler sind demnach meist männlich, fremd, mit Unverständlichem beschäftigt und arbeiten einzeln und isoliert [4, S. 72]. In Deutschland gab es bislang wenige Studien, die Schülervorstellungen

über Naturwissenschaftler als Person bzw. Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern in den Fokus nahmen. In einer Studie von Mikelskis-Seifert und Müller [9] wurden Zeichnungen und Aussagen über Physiker von SuS der Klassen 5 und 6 erhoben. Dabei ergab sich ein stereotypes Bild einer intelligenten, älteren (meist männlichen) Person mit weißem Kittel, Brille und wirren Haaren. Von Wentorf et al. [14] wurden Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlern untersucht. Dazu wurden in Entsprechung zum *RIASEC*-Modell nach Holland [5] zu verschiedenen Tätigkeitsfeldern Skalen für eine Fragebogenstudie entwickelt. Die Tätigkeitsfelder, aus deren englischen Anfangsbuchstaben sich der Name des Modells zusammensetzt, lauten wie folgt: Realistic (handwerklich), Investigative (analytisch, intellektuell), Artistic (kreativ), Social (sozial, fürsorglich), Enterprising (unternehmerisch) und Conventional (akribisch, verwaltend) [14]. Die Güte des Erhebungsinstruments wurde untersucht und erste Ergebnisse seines Einsatzes wurden gesammelt, denen zufolge SuS das handwerklich orientierte Tätigkeitsfeld am häufigsten mit Naturwissenschaften assoziiert haben. Zusätzlich zu den bisherigen Tätigkeitsfeldern des Modells wurde außerdem ein weiteres Tätigkeitsfeld mit kooperativen Tätigkeiten (Networking) postuliert.

3. Konzept des Schülerlabors SCIphyLAB_nano an der RWTH Aachen

Im Sonderforschungsbereich 917 „Nanoswitches“ der RWTH Aachen und des Forschungszentrums Jülich gibt es seit 2015 ein eigenständiges Projekt zur Öffentlichkeitsarbeit, in dessen Rahmen das Schülerlabor SCIphyLAB_nano aufgebaut und entwickelt wurde. Angesichts der zuvor beschriebenen Schülervorstellungen und der Möglichkeiten zur Zusammenarbeit mit dem SFB 917 sollte dieser nicht nur inhaltliches Vorbild für das Schülerlabor werden, sondern auch als Beispiel für aktuelle Organisationsformen und Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften im Schülerlabor thematisiert werden. Bei einem Besuch im Schülerlabor sollen die SuS daher einen realitätsnahen Eindruck von den Arbeitsweisen und Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern bekommen. Dafür wurden einige Merkmale des SFB 917 ausgewählt und auf das Schülerlabor übertragen. Der SFB 917 steht dabei stellvertretend für aktuelle Forschungsprojekte in den Naturwissenschaften, die unter anderem folgende Merkmale aufweisen: Die Beteiligten eines Projektes arbeiten an einem gemeinsamen Projektziel, für das sie sich zusammengeschlossen haben. Ihr Verbund setzt sich je nach Größe des Projektes aus verschiedenen Arbeitsgruppen und Instituten zusammen und hält aus diesem Grund diverse Meetings, Seminare und Tagungen ab. Kommunikation und Kooperation spielen demnach eine wichtige Rolle im alltäglichen naturwissenschaftlichen Forschungsbetrieb.

3.1. Ein Tagesablauf im Schülerlabor

Das Schülerlabor SCIphyLAB_nano bietet Schulklassen und Kursen die Möglichkeit, einen Tag an der RWTH Aachen zu verbringen und in dortigen Praktikums-, Labor- bzw. Konferenzräumen Naturwissenschaft zu erleben. Ein Besuch im Schülerlabor ist für 3 - 4,5 Zeitstunden angelegt und beginnt mit einem Einstieg in das gewählte Thema des Moduls. Als Themen stehen aktuell ein Modul zur *Nanowelt* und ein Modul zu *Datenspeichern der Zukunft* zur Auswahl. Ausgehend von Alltagsbeispielen werden die SuS an das Thema herangeführt und im Anschluss auf ihre Aufgaben als Forschungsgemeinschaft während des Besuchstages eingestimmt. Diese Forschungsgemeinschaft aus den SuS teilt sich in mehrere Gruppen auf, die verschiedene Experimente durchführen. Diese Gruppen werden nochmal in Teams von 2-3 SuS unterteilt, welche dann gemeinsam an einem Aufbau arbeiten. Je nach Besuchsdauer gibt es die Möglichkeit auch ein zweites Experiment kennenzulernen. In jedem Fall wird aber nicht jeder alle Experimente selbst durchführen. Daher ist es für die Gruppen sinnvoll und nötig, sich bei einer anschließenden Besprechung auszutauschen. Hierfür können die SuS ihre Erkenntnisse und Ergebnisse auf einer Präsentationsvorlage zusammentragen und bei der Besprechung vorstellen.

3.2. Beispiel für Kooperation im Schülerlabor

Um SuS die Abläufe und Tätigkeitsfelder in den Naturwissenschaften näherzubringen wurden einerseits Merkmale des SFB 917 wie Konferenzen auf das Tagesprogramm übertragen. Andererseits sollen die SuS gerade auch bei der Durchführung der Experimente erfahren, wie Abläufe im Labor aussehen können. Dazu wurden typische Abläufe im SFB 917 auf die Experimente im Schülerlabor übertragen.

Das Konzept der Experimente im Schülerlabor, mit dem den SuS die Bedeutung und Notwendigkeit von Kommunikation und Kooperation in den Naturwissenschaften verdeutlicht werden soll, wird nachfolgend an dem in Abbildung 1 illustrierten Beispiel erläutert. Bei dem dargestellten Experiment arbeiten drei SuS als Team für ein gemeinsames Ziel. In Anlehnung an den SFB 917, bei dem unter anderem die Schaltkinetik von Phasenwechselmaterialien untersucht wird, ist das Ziel dieses Experimentes die Bestimmung der Kristallisationsgeschwindigkeit eines Salzhydrates. Hier gibt es drei Teilaufgaben, die zunächst parallel begonnen werden, aber im weiteren Verlauf zusammengeführt werden. So beginnt Schüler A mit der Vorbereitung des Materials (Salzhydrat abwägen, mischen, erwärmen), während Schüler B eine Videoaufnahme des Kristallisationsprozesses vorbereitet und testet. Schüler C lernt unterdessen den



Abb. 1: Beispielhaftes Experiment im Schülerlabor, das neben der Vermittlung fachlicher Inhalte auch typische Abläufe und die Notwendigkeit der Kooperation in der naturwissenschaftlichen Forschung verdeutlichen soll.

Umgang mit einer Videoanalysesoftware [11] zur Bestimmung der Kristallisationsgeschwindigkeit. Nachdem das Material vorbereitet und verflüssigt ist, wird es von Schüler A für die Untersuchung zu Schüler B gebracht. Beide führen nun die Kristallisation herbei und filmen den Vorgang. Das aufgenommene Video analysieren sie anschließend unter Anleitung von Schüler C und können so durch ihre Zusammenarbeit die Kristallisationsgeschwindigkeit herausfinden. Die SuS sollen hierdurch erfahren, dass arbeitsteiliges Vorgehen und Spezialisierung wichtig und notwendig sind. Je nach Vorwissen und Experimentierkompetenzen benötigen die SuS etwa 60-80 Minuten zur Durchführung eines solchen gesamten Experimentes.

4. Explorative Vorstudie zur Untersuchung von Schülvorstellungen

Zur Untersuchung der Schülvorstellungen über die Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern sollte zunächst ein möglichst breites Spektrum an Vorstellungen erfasst werden. Dazu sollten einerseits eine größere Zahl von SuS Gelegenheit haben ihre Vorstellungen kundzutun und andererseits sollten ihre Vorstellungen relativ frei und auf verschiedene Weise wiedergegeben werden können. Für eine Durchführung während des Unterrichts war es zudem von Vorteil, wenn die Bearbeitungsdauer verhältnismäßig kurz ausfiel.

4.1. Erhebungsinstrument der Vorstudie

Aus diesen Gründen wurde ein Format in Anlehnung an Varianten des *Draw-A-Scientist Test* [2] favorisiert. Dem Kritikpunkt, dass bei dieser Art von Test mit einer Zeichnung häufig stereotypische Merkmale wiedergegeben werden, wurde dadurch begegnet, dass den SuS in einem eigens entworfenen Erhebungsinstrument drei Möglichkeiten zur Darstellung typischer Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern gegeben wurden. So können zum Beispiel verschiedene, voneinander völlig unabhängige Tätigkeiten oder auch Arbeitsabläufe in mehreren Schritten dargestellt werden. In Ergänzung zu den Zeichnungen haben die SuS die Möglichkeit die Zeichnungen jeweils schriftlich kurz zu erläutern. Die Kombination aus je einem Feld für eine Zeichnung und einen zugehörigen Text

wird im Folgenden als eine Situation aufgefasst. Zu jeder Situation können die SuS ankreuzen, ob diese den Naturwissenschaften allgemein oder einem Fach (Biologie, Chemie oder Physik) im Speziellen zugeordnet wird. Ansonsten werden Alter und Geschlecht erhoben. Inklusive des Arbeitsauftrags, die drei aus persönlicher Sicht wichtigsten Tätigkeiten aus dem Arbeitsalltag eines Naturwissenschaftlers bzw. einer Naturwissenschaftlerin darzustellen und zu beschreiben, finden Zeichen-, Text- und Ankreuzfelder auf einer DIN A3-Seite Platz. Zur Bearbeitung sind 10 Minuten vorgesehen.

4.2. Durchführung der Vorstudie in Schulen

In der explorativen Vorstudie ging es darum in der Zielgruppe des Schülerlabors, unter SuS der Jahrgangsstufen acht und neun, eine erste Bestandsaufnahme der Vorstellungen von Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern vorzunehmen. Es wurde nicht der Anspruch erhoben, dass in der Kürze der Erhebungsdauer die Vorstellungen vollständig ausgearbeitet werden konnten, sondern vielmehr ging es darum einen ersten Überblick über die Bandbreite der Vorstellungen zu erhalten. Dazu bekamen SuS von Schulen in Aachen während der Unterrichtszeit die Aufgabe den oben beschriebenen Erhebungsbogen anonym auszufüllen. Sie erhielten dafür die vorgesehene Bearbeitungszeit von 10 Minuten, die sich generell als ausreichend zeigte. Vor bzw. nach der Erhebung fand regulärer Unterricht statt.

4.3. Auswertung und Ergebnisse der Vorstudie

Im Rahmen der Vorstudie wurden Daten von insgesamt 189 SuS einer Gesamtschule und eines Gymnasiums in Aachen gesammelt. Die SuS hatten ein Durchschnittsalter von 13,6 Jahren. Die Angaben zum Geschlecht verteilten sich auf 50% männlich, 42% weiblich, und 8% machten dazu keine Angabe. Bei der Auswertung der von den SuS dargestellten Vorstellungen ging es um die inhaltlichen Aussagen unabhängig von der Darstellungsform (d.h. Zeichnung oder Text). Aus diesem Grund wurden im Folgenden jeweils Zeichnung und dazugehöriger Text als eine Situation und Kodiereinheit aufgefasst. Die in den Situationen dargestellten Tätigkeiten und weitere Merkmale (wie z.B. das Geschlecht oder Gegenstände) wurden gemäß der zusammenfassenden Inhaltsanalyse nach Mayring [7] ausgewertet. Hierfür wurde ein Kategoriensystem erstellt, dessen einzelne Kategorien und Subkategorien, das heißt die Tätigkeiten und Merkmale, in einem Manual für den nächsten Schritt der Auswertung beschrieben wurden. Daran anschließend wurden die Situationen analysiert und darin gegebenenfalls Tätigkeiten identifiziert. Dabei ist es durchaus möglich, dass einer Situation mehrere Tätigkeiten zugeordnet wurden. Umgekehrt konnten aber eine Tätigkeit oder ein Merkmal einer Situation nicht mehrfach zugeordnet werden. Ein Schüler konnte somit in seinen drei möglichen Situationen maximal dreimal z.B. die Tätigkeit „Expe-

rimentieren“ darstellen. Die Zuordnung der Situationen zu den zuvor entwickelten Kategorien wurde für 10% aller Situationen von einer zweiten unabhängigen Person mit Hilfe des Manuals durchgeführt. Hierbei ergab sich eine Interraterreliabilität von Cohens $k = 0,80$.

Wichtige Ergebnisse der Vorstudie, in der mehr als 400 Situationen analysiert wurden, wurden bereits in Leiß et al. [6] vorgestellt. Demnach wurde von fast allen SuS in mindestens einer Situation und in ca. 70% aller Situationen die Tätigkeit des Experimentierens dargestellt. Mit weitem Abstand folgt als nächsthäufig dargestellte Tätigkeit das Arbeiten mit Theorien (kommt bei 23% der SuS und in ca. 10% der Situationen vor). Ein typisches Beispiel für eine Darstellung aus der Kategorie des Experimentierens wird in Abbildung 2 gezeigt. Die Situation wurde von einer 13-jährigen Schülerin eines Gymnasiums erstellt. Die Beschreibung der Situation lautet: „Ein Chemiker untersucht wie verschiedene Stoffe aufeinander reagieren.“ Neben der häufig realisierten Darstellung des Experimentierens mit Chemikalien sind in dieser Situation außerdem ein Tisch, ein Laborkittel sowie eine Schutzbrille zu erkennen. Letztere und weitere Gegenstände zum Schutz wie Handschuhe und Warn- und Gefahrensymbole wurden unabhängig von der Tätigkeit in 8% aller dargestellten Situationen vorgefunden.



Abb. 2: Typische Schülerdarstellung einer Situation, in der mit Chemikalien experimentiert wird.

In Leiß et al. (2017) war auch bereits der Ansatz erläutert worden, die Anzahl der gezeichneten oder im Text erwähnten Personen als Indikator dafür zu verwenden, ob den Probanden die Bedeutung von Kommunikation und Kooperation in den Naturwissenschaften bewusst ist. Danach ergab sich, dass 55 SuS (29%) von den insgesamt 189 SuS explizit zwei oder mehr Personen in mindestens einer Situation darstellten. Es zeigte sich auch, dass alle dargestellten Situationen mit mindestens zwei Personen vier Bereichen zugeordnet werden konnten. Diese lauteten „mit Kollegen gemeinsam experimentieren“, „Präsentieren“, „Diskutieren“, „mit Kollegen an Theorien arbeiten“ und „Personen außer Kollegen“ (z.B. Firmenbesitzer)“. Eine typische Situation, in der eine Form des Präsentierens identifiziert wurde, wird in Abbildung 3 gezeigt. Die Situation wurde von einem 13-jährigen

Schüler erstellt und trägt die Beschreibung: „Wenn der Forscher etwas Wichtiges herausgefunden [hat,] stellt er es anderen Forschern vor.“ Über den zwei sitzenden Personen und der einzelnen Person auf einem Podest wurde hier ein Gegenstand mit „Beamer“ beschriftet.

5. Quantitative Studie zur Untersuchung von Schülervorstellungen

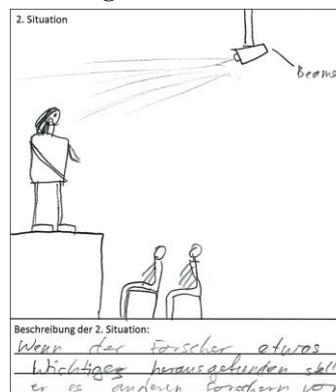


Abb. 3: Typische Situation, in der mehrere Personen vorkommen und eine Präsentation gehalten wird.

Das Ziel der Untersuchungen ist es einen möglichen Einfluss auf Schülervorstellungen zur Arbeit von Naturwissenschaftlern durch den Besuch im Schülerlabor festzustellen. Dafür wurde ein Studiendesign mit zwei Erhebungszeitpunkten benötigt, bei dem die SuS ihre Vorstellungen einmal im Vorfeld des Schülerlaborbesuchs und dann im Anschluss an den Besuch darlegen. Für eine solche Pre-Post-Studie wurde das sehr offene Erhebungsinstrument der Vorstudie mit den Zeichnungen als nicht geeignet befunden. Auch für einen regelmäßigen Einsatz im Schülerlabor zu Evaluationszwecken bezüglich der Wirksamkeit des Schülerlaborbesuchs erschien die bisherige Kategorisierung als Auswertungsmethode zu aufwändig, so dass auch aus diesem Grund ein quantitatives Erhebungsinstrument zu Schülervorstellungen zu Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften entwickelt wurde.

5.1. Entwicklung des Erhebungsinstrumentes

Mit der explorativen Vorstudie wurden die aus Schülersicht wichtigsten Kategorien von Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern erkundet. Die Ergebnisse der Vorstudie flossen in die Entwicklung eines quantitativen Erhebungsinstrumentes zur Untersuchung von Schülervorstellungen ein. Dank eines zu diesem Zeitpunkt neuen, bereits erprobten Fragebogens von Wentorf et al. [14] über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlern konnten mehrere dabei verwendete Skalen genutzt und mit Hilfe der eigenen Ergebnisse erweitert bzw. angepasst werden. So wurden insgesamt 30 Items entwickelt, die sich auf sechs Tätigkeitsfelder bzw. Skalen aufteilten. Es wurden außerdem drei weitere Tätigkeiten als Distraktoren mit in den Itempool aufgenommen. Für die einzelnen Tätigkeiten sollte von den SuS im neuen Erhebungsbogen auf einer 4-stufigen Likert-Skala (von „stimmt

gar nicht“ bis „stimmt völlig“) bewertet werden, inwieweit diese Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern in ihrem Arbeitsalltag ausgeübt werden.

Wie bereits oben angedeutet wurde, war das Ziel dieser methodischen Entwicklungen ein Erhebungsinstrument, das ebenso zum Einsatz in der hier beschriebenen Wirksamkeitsstudie wie auch zu durchgängigen Evaluationszwecken im Schülerlabor geeignet ist. Vor diesem Hintergrund stellte sich die Frage, inwiefern eine solche Evaluation im Schülerlabor, die üblicherweise am Ende von motivierenden, interessensteigernden Besuchsstunden steht [1], attraktiver gestaltet werden kann als mit einem Erhebungsinstrument mit sehr hohem Textanteil.

Durch das Vorliegen der von den SuS teils unterhaltsam gestalteten Zeichnungen aus der Vorstudie lag es nahe, diese Zeichnungen in das Erhebungsinstrument in Form von Abbildungen einfließen zu lassen. Da relativ konkrete Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern Gegenstand des Erhebungsinstruments waren, schien es möglich treffende Zeichnungen auszuwählen bzw. zu entwickeln. Es wurde auch vermutet, dass die teilweise Ersetzung von Text-Items durch bildhafte Items SuS mit Leseschwierigkeiten bei der Bearbeitung des Fragebogens entlastet.

Deshalb wurden passend zu den entwickelten Fragebogen-Items aus den Schülerdarstellungen besonders aussagekräftige Zeichnungen ausgewählt und in vereinfachte, schwarz-weiße Darstellungen von Situationen überführt, die im Folgenden als Piktogramme bezeichnet werden. Diese Piktogramme wurden wiederum einigen SuS vorgelegt mit der Aufgabe zu beschreiben, welche Tätigkeiten sie darin erkennen. In der Abbildung 4 werden zwei Beispiele für solche Piktogramme gezeigt.

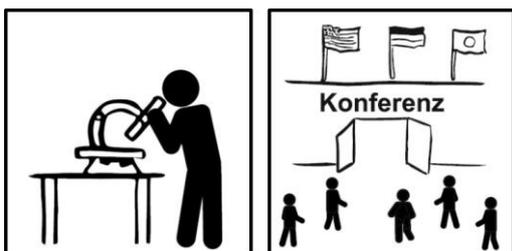


Abb. 4: Beispiele von zwei Items, deren Tätigkeiten in Form von Piktogrammen dargestellt wurden

Im linken Piktogramm wird eine Person bei Untersuchungen mit einem Mikroskop gezeigt, während im rechten Piktogramm der Besuch einer internationalen Konferenz dargestellt ist. Durch Feedback von SuS und Fachkollegen wurden die Piktogramme iterativ weiterentwickelt und bei Bedarf um einzelne Wörter ergänzt. Insgesamt wurden für 14 Tätigkeiten Piktogramme entwickelt, mit denen die entsprechenden ursprünglichen Fragebogen-Items in Textform ersetzt wurden. Dieser Teil des Fragebogens über Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern wird im Folgenden Piktogramm-Text-Fragebogen genannt. Mit dem Ein-

satz der Piktogramme im Fragebogen sollte herausgefunden werden, ob die Piktogramme von den SuS als ansprechender wahrgenommen werden und ob die Piktogramme von einem Teil der SuS als besser verständlich empfunden werden. Zur Beantwortung dieser beiden Fragestellungen wurden im Anschluss an den Piktogramm-Text-Fragebogen zwei weitere Fragebogen-Teile ergänzt.

Im direkt an den Piktogramm-Text-Fragebogen anschließenden Teil werden die SuS aufgefordert den Einsatz der Piktogramme im Fragebogen zu bewerten. Der zweite Teil diente dazu das Leseverständnis der SuS abzufragen. Dafür kam ein C-Test zum Einsatz, der in der Studie KESS 8 verwendet wurde [13]. An den Anfang des gesamten Fragebogens wurden außerdem Items zur Abfrage einiger Kovariablen sowie zu Vorkenntnissen über Naturwissenschaftler gesetzt. Der gesamte Fragebogen gliedert sich somit in fünf Teile:

1. Kovariablen (z.B. Alter, Geschlecht, Noten)
2. Vorkenntnisse über Naturwissenschaftler
3. Piktogramm-Text-Fragebogen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern
4. Bewertung des Piktogramm-Text-Fragebogens
5. C-Test zum Leseverständnis

Insgesamt wurden zur Bearbeitung des Fragebogens 30 Minuten vorgesehen.

5.2. Erprobung des quantitativen Erhebungsinstrumentes in der Schule

Nach der Entwicklung des oben beschriebenen Fragebogens zur quantitativen Erhebung der Schülvorstellungen sollte zunächst der Fragebogen insgesamt erprobt werden. An dieser Stelle soll die Frage, wie die Piktogramme von den SuS bewertet werden, besprochen werden. Die Erprobung des Fragebogens wurde in Gymnasien und Gesamtschulen in Aachen und Umgebung durchgeführt. Daran waren jeweils fünf Klassen der achten und neunten Jahrgangsstufen beteiligt.

5.3. Ausgewählte Ergebnisse der Erprobung

Insgesamt wurden im Rahmen der Erprobung des Fragebogens Daten von 245 SuS erhoben. Das Durchschnittsalter betrug 13,9 Jahre. Die Angaben zum Geschlecht verteilten sich auf 58% weiblich, 40% männlich, und 2% machten keine Angaben.

Für die Bewertung des Piktogramm-Text-Fragebogens wurden sechs Items eingesetzt, die auf einer 4-stufigen Likert-Skala zwischen „stimmt gar nicht“ bis „stimmt völlig“ bewertet werden konnten. Außerdem gab es ein einzelnes Item, bei dem Verständnisprobleme mit den Tätigkeiten in einzelnen Piktogrammen eingetragen werden konnten.

Die Bewertungen durch die SuS werden in der Abbildung 5 gezeigt, wobei die Items wie folgt lauten:

- A) Der Text ist besser verständlich als die Bilder. (-)
- B) Ich hätte lieber nur Text und keine Bilder. (-)

- C) Die Bilder sind leichter zu erfassen als der Text.
- D) Ich wünsche mir mehr Bilder anstelle von Text.
- E) Die Bilder machen den Fragebogen interessanter.
- F) Durch Bilder macht es mehr Spaß den Fragebogen auszufüllen.

Im Diagramm der Abbildung 5 sind die Antworten der SuS jeweils mit ihren Mittelwerten sowie ihren Fehlern eingezeichnet. Die durch (-) gekennzeichneten Items werden bei der Faktorenprüfung umgepolt berücksichtigt.

Bewertung des Piktogramm-Text-Fragebogens

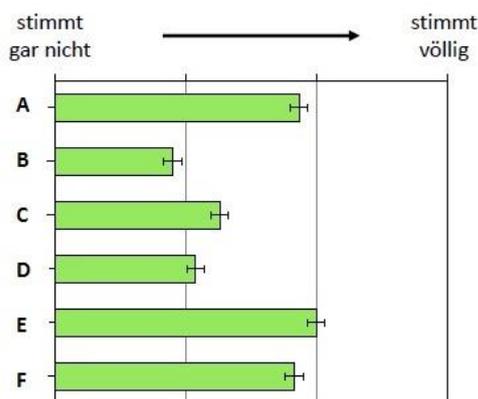


Abb. 5: Bewertung der Piktogramme (Bilder) durch N=245 SuS auf einer 4-stufigen Likert-Skala von 0=„stimmt gar nicht“ bis 3=„stimmt völlig“.

Im Mittel wird der Text mit einer Zustimmung von 1,9 als verständlicher angesehen. Trotzdem wird nicht nur Text gewünscht (0,9). Die Bilder werden eher nicht als leichter erfassbar eingeschätzt (1,3) und es werden nicht mehr gewünscht (1,1). Der Aussage, dass die Bilder den Fragebogen interessanter machen und zu mehr Spaß beim Ausfüllen des Bogens führen, wird mit 2,0 bzw. 1,8 zugestimmt.

Für die Prüfung, ob hinter den Antworten ein oder mehrere Faktoren zu erwarten sind, wurden zunächst die Korrelationen zwischen den Items getestet und so Item A und B mit negativer Korrelation identifiziert. Die darauffolgende Faktorenanalyse lieferte einen einzelnen Faktor, so dass den Items insgesamt eine gemeinsame Aussage zugrunde liegen kann. Die Ergebnisse lassen sich damit zusammenfassen, dass die Piktogramme (bzw. Bilder) zwar nicht verständlicher waren als die Text-Items, diese aber den Fragebogen ansprechender machen.

5.4. Pre-Post-Studie im Schülerlabor

Das letztendliche Ziel der Untersuchung war es den möglichen Einfluss eines Schülerlaborbesuches im SCIphyLAB_nano auf die Schülervorstellungen zum Arbeiten in den Naturwissenschaften erfassen zu können. Dafür sollten die Vorstellungen der SuS zuerst im Vorfeld eines Schülerlaborbesuches mit dem quantitativen Instrument in der Schule erhoben werden. Etwa eine Woche später besuchte die Klasse dann das Schülerlabor und direkt im Anschluss wurden die Vorstellungen zum zweiten Mal erhoben. Bei

der zweiten Erhebung im Schülerlabor kamen nur noch der Piktogramm-Text-Fragebogen über die Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern sowie Items zu möglichen Verständnisproblemen bei einzelnen Bild-Items zum Einsatz.

Zum aktuellen Zeitpunkt haben 42 SuS der Jahrgangsstufe 8 eines Gymnasiums an der Pre-Post-Studie teilgenommen. Das Durchschnittsalter betrug 13,6 Jahre und 59% bzw. 41% gaben als Geschlecht männlich bzw. weiblich an.

Nach den ersten Ergebnissen lassen sich bisher auf der Ebene der Skalen keine signifikanten Unterschiede zwischen Pre- und Post-Test erkennen, wohingegen in der Bewertung von neun einzelnen Items durch die SuS deutliche Änderungen nach dem Schülerlaborbesuch sichtbar werden. Eine Prüfung der Tätigkeiten, bei denen dies zutrifft, ergab, dass alle diese Tätigkeiten im Schülerlabor thematisiert und teils auch von den SuS selbst durchgeführt werden.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Mithilfe eines offenen Erhebungsinstruments konnte in einer explorativen Vorstudie ein breiter Einblick in Vorstellungen von SuS der Jahrgangsstufen acht und neun zu typischen Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern gewonnen werden. Von 189 SuS wurden mehr als 400 Situationen dargestellt, die zu den aus Schülersicht wichtigsten drei Situationen aus dem Arbeitsalltag von Naturwissenschaftlern zählen. Darin wurden verschiedene Formen des Experimentierens mit deutlichem Abstand als wichtigste Tätigkeit eingeschätzt. Sofern anhand der Anzahl der dargestellten Personen eine Aussage über Formen der Kommunikation und Kooperation möglich ist, kann diese bei 55 SuS (29%) identifiziert werden. Der Anteil von Situationen mit entsprechenden Darstellungen unter allen Situationen fällt jedoch deutlich geringer aus, was auf eine eher untergeordnete Bedeutung dieses Aspekts der Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern im Schülerverständnis hindeutet.

Für eine Untersuchung der Schülervorstellungen vor und nach einem Schülerlaborbesuch wurde aufbauend auf den Ergebnissen der Vorstudie und einem jüngst vorgestellten Fragebogen von Wentorf et al. [14] ein quantitatives Erhebungsinstrument entwickelt. Zudem wurden unter Berücksichtigung der Schülerzeichnungen aus der Vorstudie Piktogramme in den entwickelten Fragebogen integriert. Bei der Erprobung des Fragebogens mit 245 SuS wurde der Einsatz der Piktogramme als ansprechend bewertet, jedoch im Mittel auch als weniger verständlich eingestuft. Die Auswertung der C-Tests wird Aufschluss darüber geben, ob dies von leseschwächeren SuS anders gesehen wird. Bei der Untersuchung des Einflusses durch das Schülerlabor SCIphyLAB_nano auf die Schülervorstellungen wurde bei bisher 42 SuS festgestellt, dass es bei neun einzelnen Items, deren Tätigkeiten im Schülerlabor thematisiert oder ausgeübt wurden, erkennbare Änderungen im Antwortverhalten der SuS zwischen Pre- und Post-Test gibt.

7. Literatur

- [1] Brandt, A. (2005). Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors. Göttingen: Cuvillier.
- [2] Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: the Draw-a-Scientist Test. *Science Education* 67, 255-265.
- [3] Guderian, P. & Priemer, B. (2008). Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche - eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland. *PhyDid 2* (7), 27-36.
- [4] Höttecke, D. (2001) Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen. Berlin: Logos.
- [5] Holland, J. L. (1963). Explorations of a theory of vocational choice and achievement: II. A four-year prediction study. *Psychological Reports* 12, 547-594.
- [6] Leiß, F., Detemple, R. & Heinke, H. (2017). Der Arbeitsalltag von NaturwissenschaftlerInnen aus Schülersicht. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. GDGP-Jahrestagung in Zürich 2016*, 600-603.
- [7] Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 11. Auflage, Weinheim und Basel: Beltz.
- [8] Mead, M. & Métraux, R. (1957). Image of the Scientist among High-School Students. A Pilot Study. *Science*: 126, 384-390.
- [9] Mikelskis-Seifert, S. & Müller, C. T. (2005). Schülvorstellungen von der Physik als Wissenschaft - eine Bestandsaufnahme. In: *PhyDid B, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, CD 2005*
- [10] SFB 917 (2017). Homepage des Sonderforschungsbereichs 917 Nanoswitches: <http://www.sfb917.rwth-aachen.de>, (Stand: 5/2017)
- [11] Tracker (2017). Videoanalysis Software: <http://physlets.org/tracker>, (Stand: 5/2017)
- [12] Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? *Unterrichtswissenschaft* 36 (1), 71-93.
- [13] Wendt, H., Gröhlich, C., Guill, K., Scharenberg, K. & Bos, W. (2010). Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Leseverständnis. In Bos, W. & Gröhlich, C. (Hrsg.), *KESS 8. Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 8*, 21-36, Münster: Waxmann.
- [14] Wentorf, W., Höffler, T., Parchmann, I. (2015). Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 21, 207-222.

Danksagung

Die Autoren danken der DFG für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Öffentlichkeitsarbeitsprojekts des Sonderforschungsbereiches 917 Nanoswitches.