

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Masterarbeit sind zwei Vertretungsstunden für das Fach Physik entwickelt, in einer Praxisphase erprobt und anschließend ausgewertet und überarbeitet worden. Ziel der an die gymnasialen Jahrgänge sieben bis neun gerichteten Vertretungsstunden ist die kurzfristige Durchführbarkeit auch von fachfremden Lehrkräften. Die Stunden sollen einen klaren Kontrast zu klassischen Physikstunden in der Schule darstellen. Die Themenwahl der zweistündigen Vertretungsstunden fokussiert mit moderner Physik und Stereotype über Wissenschaftler:innen die Behandlung von normalerweise nicht im Lehrplan stehenden Aspekten. Am Beispiel der Astrophysik soll das Interesse an Physikunterricht und physikalischer Forschung geweckt und gefördert werden. In der zweiten Vertretungsstunde werden Stereotype über Forschende in der Naturwissenschaft thematisiert. Diese sollen aufgebrochen werden, sodass ein realistischeres Bild von den Naturwissenschaften und den Forschenden entsteht. Um zu überprüfen, ob mit den Vertretungsstunden die gewünschten Ziele erreicht werden, ist ein Prä-Post-Testdesign gewählt worden, mit dem auf Likert Skalen Einstellungen abgefragt werden. Für die Vertretungsstunde zum Thema moderne Physik konnten keine signifikanten Veränderungen in den Einstellungen festgestellt werden, während in der zweiten Stunde zum Thema Forschende in der Naturwissenschaft signifikante Veränderungen hinsichtlich der Stereotype zu Wissenschaftler:innen erreicht werden konnten. Die Einstellungen zum Physikunterricht konnten nicht signifikant verändert werden. Trotzdem wurden beide Stunden von den Schüler:innen als starker Kontrast im Vergleich zu klassischem Unterricht wahrgenommen. Mithilfe von Rückmeldungen zur Durchführbarkeit von den Lehrkräften erfolgte eine Überarbeitung der Vertretungsstunden.

Abstract

This master's thesis focuses on the development, testing, and evaluation of substitute physics lessons for secondary school students, designed to be easily implemented even by non-specialist teachers. In the context of this master's thesis, two substitute lessons for the subject of physics were designed, implemented, and subsequently evaluated. These lessons, directed at secondary school students in grades seven to nine, are intended to facilitate short-term implementation by teachers who may not have specialized background in physics. In addition to that, these lessons are designed to provide an alternative to traditional physics lessons in schools.

The topics selected for the 90-minute substitute lessons emphasize modern physics and the nature of science, focusing on topics that are not typically included in the curriculum. Using astrophysics as an example, the goal is to nurture student's interest in both physics education

and research. The second lesson specifically tackles prevalent stereotypes about scientists in the natural sciences, aiming to dismantle these misconceptions and present a more accurate portrayal of scientists and their work.

In order to evaluate the effectiveness of the substitute lessons in achieving their intended outcomes, a pre-post-test design was chosen, using the Likert-scale to measure the student's shifts in attitudes. While no significant changes in attitudes were noted following the lesson on modern physics, the second lesson addressing stereotypes about scientists did result in meaningful shifts in perception. However, attitudes towards physics classes in general did not show significant alteration. Nevertheless, students reported that both lessons provided a notable contrast to traditional classroom experiences. Feedback from teachers regarding the practicality of the lessons prompted further revisions to enhance their effectiveness.

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	1
2 THEORIE	2
2.1 FACHLICHE GRUNDLAGEN.....	2
2.1.1 <i>Vertretungsstunden</i>	2
2.1.2 <i>Moderne Physik</i>	3
2.1.3 <i>Forschende in der Naturwissenschaft</i>	5
2.2 MOTIVATION UND INTERESSE AN PHYSIK UND PHYSIKUNTERRICHT.....	7
3 ENTWICKLUNG DES AUSGANGSMATERIALS	9
3.1 MODERNE PHYSIK.....	10
3.2 FORSCHENDE IN DER NATURWISSENSCHAFT.....	12
4 METHODIK	16
4.1 METHODE DER DATENERHEBUNG.....	16
4.2 METHODE DER DATENAUSWERTUNG.....	18
5 FORSCHUNGSFRAGEN	20
6 DESIGN DER PRAXISPHASE	22
6.1 RAHMENBEDINGUNGEN UND STICHPROBE.....	22
6.2 ABLAUF DER PRAXISPHASE.....	22
7. ERGEBNISSE AUS DER PRAXISPHASE	23
7.1 WAHRNEHMUNG DER VERTRETUNGSSTUNDEN.....	23
7.2 MODERNE PHYSIK.....	32
7.2.1 <i>Vergleich der Scores</i>	32
7.2.2 <i>Häufigkeitsverteilungen</i>	33
7.3 FORSCHENDE IN DER NATURWISSENSCHAFT.....	40
7.3.1 <i>Vergleich der Scores</i>	40
7.3.2 <i>Häufigkeitsverteilungen</i>	41
7.4 LIMITATION.....	52
8. ÜBERARBEITUNG DER UNTERRICHTSMATERIALIEN	54
8.1 MODERNE PHYSIK.....	54
8.1.1 <i>Ablaufplan</i>	58
8.1.2 <i>Arbeitsmaterial</i>	58
8.1.3 <i>didaktische Begleitmaterialien</i>	59
8.2 FORSCHENDE IN DER NATURWISSENSCHAFT.....	60
8.2.1 <i>Ablaufplan</i>	63
8.2.2 <i>Arbeitsmaterial</i>	63
8.2.3 <i>didaktische Begleitmaterialien</i>	64
8.3 BEANTWORTUNG DER FÜNFTEN FORSCHUNGSFRAGE.....	64
9. FAZIT	64
10. LITERATURVERZEICHNIS	67
11. ANHANG	71

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 1	24	
ABBILDUNG 2: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 2	ABBILDUNG 3: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 6	25
ABBILDUNG 4: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 5	ABBILDUNG 5: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 7	25
ABBILDUNG 6: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 3	ABBILDUNG 7: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 9	26
ABBILDUNG 8: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 4	ABBILDUNG 9: ERGEBNIS POSTTEST MP BLOCK 3, ITEM 8	27
ABBILDUNG 10: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 1	27	
ABBILDUNG 11: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 2	ABBILDUNG 12: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 6	29
ABBILDUNG 13: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 5	ABBILDUNG 14: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 7	29
ABBILDUNG 15: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 3	ABBILDUNG 16: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 9	30
ABBILDUNG 17: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 4	ABBILDUNG 18: ERGEBNIS POSTTEST F BLOCK 3, ITEM 8	31
ABBILDUNG 19: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST MP BLOCK 1, ITEM 1	34	
ABBILDUNG 20: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST MP BLOCK 1, ITEM 2	35	
ABBILDUNG 21: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST MP BLOCK 1, ITEM 4	36	
ABBILDUNG 22: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST MP BLOCK 2, ITEM 1	37	
ABBILDUNG 23: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST MP BLOCK 2, ITEM 2	38	
ABBILDUNG 24: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST MP BLOCK 2, ITEM 3	39	
ABBILDUNG 25: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 1, ITEM 1	42	
ABBILDUNG 26: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 1, ITEM 2	43	
ABBILDUNG 27: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 1, ITEM 3	43	
ABBILDUNG 28: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 1, ITEM 4	44	
ABBILDUNG 29: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 1, ITEM 5	45	
ABBILDUNG 30: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 1, ITEM 6	46	
ABBILDUNG 31: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 2, ITEM 1	47	
ABBILDUNG 32: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 2, ITEM 2	48	
ABBILDUNG 33: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 2, ITEM 4	49	
ABBILDUNG 34: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 2, ITEM 3	49	
ABBILDUNG 35: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 2, ITEM 5	50	
ABBILDUNG 36: ERGEBNIS PRÄ- UND POSTTEST F BLOCK 2, ITEM 6	52	

1 Einleitung

Im Rahmen dieser Masterarbeit sollen zwei Vertretungsstunden durchgeführt, evaluiert und überarbeitet werden. Beide Vertretungsstunden befassen sich mit voneinander unabhängigen Themen. In der ersten geht es um die Wahrnehmungen und die Einstellungen, die Jugendliche zu Forschenden in der Naturwissenschaft haben, während die zweite mit der Astronomie ein Thema aus der modernen Physik behandelt. Diese Themen sind bewusst gewählt. Vertretungsstunden kommen immer wieder und oft kurzfristig im schulischen Alltag vor. Vor allem durch die fachfremden Vertretungen kann der Vertretungsunterricht nicht immer gut vorbereitet werden. Folglich gibt es viel Unterrichtskapazität, die für die Behandlung von Themen genutzt werden kann, die im Bildungsplan untergeordneten Stellenrang haben. Über Forschende in der Naturwissenschaft gibt es diverse Stereotype wie beispielsweise, dass diese ein ungepflegtes Aussehen haben (Höttecke/Hopf 2018: 274ff). Diese könnten dazu führen, dass einige Schülerinnen und Schüler (SuS)¹ geringeres Interesse an Naturwissenschaften ausbilden und deswegen keine Karriere in diesem Bereich anstreben. Deshalb sollten diese Stereotype gezielt thematisiert werden, um einerseits ein realistischeres Bild von Forschenden zu erzeugen und andererseits Schüler:innen für eine Karriere innerhalb der Naturwissenschaft zu motivieren, da Nachwuchsförderung entscheidend ist, um eine qualitative Fortführung der Forschung zu gewährleisten, was durch sinkende Anwahlzahlen bereits im Studium gefährdet ist (Düchs/Runge 2023: 34). Es wird unter anderem analysiert, ob diese Ziele durch eine Vertretungsstunde erreicht werden können. Andererseits stehen in den Bildungsplänen der Sekundarstufe I fast ausschließlich Themen der klassischen Physik im Lehrplan (Der Senator für Bildung und Wissenschaft 2006: 49ff; Der Senator für Bildung und Wissenschaft 2022: 4ff; Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft 2010: 54ff). Für offene Fragen innerhalb der modernen Physik ist aus Gründen wie der Komplexität oftmals kein Raum, obwohl sich mit solchen Themen Schüler:innen begeistern lassen könnten (Müller 2015: 540ff). Deshalb soll mit der zweiten Vertretungsstunde Lust auf moderne Physik und die physikalische Forschung gemacht werden. Mithilfe der Astronomie soll gezeigt werden, dass die Physik bei weitem keine alte und abgeschlossene Wissenschaft ist und dass es noch viele spannende und ungelöste Fragen gibt. Ob sich die Einstellungen der Schüler:innen durch die zweite Vertretungsstunde verändern lassen, gilt es ebenfalls herauszufinden.

Das Ziel bei diesen Vertretungsstunden ist außerdem, dass Lehrkräfte unabhängig von ihren Fächern diese Physik-Vertretungsstunden nutzen können. Zudem sollen diese Stunden leicht verständlich sein, da sie durch kurzfristige Vertretungen innerhalb kürzester Zeit zur Anwendung

¹ Mit SuS sind ausdrücklich auch alle Kinder in einer Schule gemeint, die sich nicht als weiblich oder männlich definieren.

kommen müssen. Entsprechend muss das Begleitmaterial entworfen sein. Um einerseits die Einstellungen der Schüler:innen und andererseits die grundsätzliche Umsetzung der Stunde zu überprüfen, werden die beiden Vertretungsstunden in einer Praxisphase mithilfe von Testinstrumenten erprobt. Die Vertretungsstunden richten sich an die gymnasiale Klassenstufe sieben bis neun. Nach der Erstellung sollen die Vertretungsstunden einer Pilotierung unterzogen werden, die von mir selbst durchgeführt wird. Nach auf der ersten Durchführung basierenden Anpassungen, sollen in einer Testphase die Stunden von anderen Lehrkräften durchgeführt werden. Die gesammelten Daten werden anschließend anonym analysiert und ausgewertet. Auf dieser Grundlage erfolgt die Überarbeitung aller Bestandteile der Vertretungsstunden. Die Arbeit schließt mit den wichtigsten Erkenntnissen des gesamten Arbeitsprozesses im Fazit.

2 Theorie

2.1 Fachliche Grundlagen

2.1.1 Vertretungsstunden

Vertretungsstunden kommen im schulischen Alltag zwar immer wieder vor, doch bisher wird der Erforschung dieser Unterrichtszeit in der Literatur keine große Aufmerksamkeit geschenkt. An vielen Orten, vor allem spezifisch für die einzelnen Fachdidaktiken, lassen sich Vorschläge zur Verbesserung der Vertretungssituation oder sogar vorbereitete Stunden finden. Diese sind zumeist schon veraltet (Jordan 1982: 39f; Mögenburg 1992: 59; Mögenburg 2002: 8ff). In ihnen wird zu Beginn lediglich die aus der Praxis bekannte Situation der Vertretungsstunden beschrieben und keine Forschung bezüglich dieser betrieben. Lehrkräfte haben nach der Beschreibung in den Artikeln keine Möglichkeit, Vertretungsstunden fachlich vorzubereiten, vor allem, wenn sie fachfremd eingesetzt werden (Jordan 1982: 39f; Mögenburg 1992: 59; Mögenburg 2002: 8ff). Somit bleibt das Potential dieser Stunden weitgehend unerforscht. Es ist zum Beispiel fraglich, ob Schüler:innen in diesen Stunden gut lernen können, da sie sich durch Erfahrungen aus anderen Vertretungsstunden, in denen fachlich kein Unterricht stattfinden konnte, nicht darauf einstellen, etwas zu lernen. Die Erfahrung einer lauten und unruhigen Klasse in einer Vertretungsstunde lässt sich in der Praxis aus eigener Erfahrung zwar beobachten, doch es ist fraglich, ob die Schüler:innen wirklich nicht für das fachliche Arbeiten bereit wären. Trotzdem bleiben Vertretungsstunden eine große zeitliche Ressource, da neben Krankheit auch immer wieder geplante Abwesenheiten, beispielsweise durch Klassenfahrten, Vertretungsstunden verursachen. Es wäre ressourcenverschwenderisch diese vorhandene Zeit nicht sinnvoll zu nutzen. Daher ist es erstrebenswert, auf fachspezifische Vertretungsstunden zurückgreifen zu können, um diese Lücke zu schließen. Dabei wird es aber nicht immer möglich sein, am fachlichen Unterricht der eigentlichen Lehrkraft anzuknüpfen, weshalb diese davon unabhängig

funktionieren sollten. Die in dieser Arbeit entwickelten Unterrichtsstunden sollen diese Eigenschaften erfüllen, ähnlich wie bereits verschiedene in Fachzeitschriften beschriebene Vertretungsstunden (Jordan 1982: 39f; Mögenburg 1992: 59; Mögenburg 2002: 8ff).

2.1.2 Moderne Physik

Wird der Physikunterricht in der Schule betrachtet, ergibt sich häufig das Bild einer verhältnismäßig alten Wissenschaft, die keine neuen Erkenntnisse liefert. Diese Behauptung stützt sich auf die Themen, die laut Bildungsplan im Physikunterricht behandelt werden. Für gymnasiale Schulen im Bundesland Bremen sind dies in Klasse fünf und sechs die Themen Thermodynamik, Energie und elektrische Energie (Der Senator für Bildung und Wissenschaft 2006: 9), in Klasse sieben bis neun die Themen Optik, Akustik, Mechanik, Elektrizitätslehre (inkl. Elektromagnetismus) und Radioaktivität (Der Senator für Bildung und Wissenschaft 2022: 4). Andere Schulformen, wie in Bremen beispielsweise die Oberschule, verteilen die Themen auf die Jahrgangsstufen zwar etwas anders, die grundlegenden Kompetenzen stützen sich aber auf die gleichen Themenbereiche (Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft 2010: 9, 53). Da die Kompetenzen dieser Themenbereiche auf Naturgesetzen beruhen und sich mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit nicht ändern, gibt es im grundlegenden Bereich keine neuen Erkenntnisse der letzten Jahre. Durch die genaue Erforschung über mehrere Jahrhunderte ergibt sich zumindest in manchen Teilen der Physik ein für SuS nahezu vollständiges Bild. So wurden zwischen dem 16. und 19. Jahrhundert zentrale Erkenntnisse durch heutzutage namhafte Wissenschaftler:innen erforscht. Dazu zählen beispielsweise Isaac Newton, Galileo Galilei, Charles Augustin de Coulomb, André-Marie Ampère, James Clerk Maxwell oder Michael Faraday (Still et al. 2021). Die Erkenntnisse, die aktuelle Forschung zu der klassischen Physik beiträgt, sind erst zu verstehen, wenn die grundlegenden Aspekte vermittelt und verstanden worden sind. Dadurch eignen sich diese Erkenntnisse nicht zwangsläufig für den Schulunterricht. Dies gilt ebenso für andere Themenbereiche, in denen die Physik sich noch weiterentwickelt. Innerhalb der sogenannten modernen Physik gibt es viele Themenfelder, in denen offene Fragen das Forschungsfeld beherrschen. Das Verständnis dieser Themen erfordert ebenfalls viele Vorkenntnisse, sodass diese Themen eher in der Oberstufe angesiedelt werden. Konkret wurde allerdings nur die Quantenmechanik im Bremer Bildungsplan der Oberstufe verankert. Letztlich rücken aber selbst bei modernen physikalischen Themen die Erkenntnisse der Anfänge der Forschung zu diesem Thema aus dem 20. Jahrhundert von beispielsweise Erwin Schrödinger oder Max Planck in den Vordergrund (Die Senatorin für Kinder und Bildung 2022: 31ff). Andere Themen der modernen Physik wie die Astronomie und Chaostheorie bleiben bisher unberücksichtigt. Trotz der Nachvollziehbarkeit für die Entscheidung der Bildungsbehörden, bleibt ein ungenutztes Potential zurück. SuS können so den Eindruck haben, dass es keine neuen Erkenntnisse

innerhalb der Forschung zu physikalischen Themen zu entdecken gibt und das Interesse verlieren. Moderne Themen der Physik wie die Astronomie haben aber typischerweise eine sehr faszinierende Wirkung auf SuS und eignen sich gut, um Interesse zu wecken (Müller 2015: 540ff). Gerade deshalb sollte diskutiert werden, wie Themen der modernen Physik mit den SuS behandelt werden können. Dabei könnten beispielsweise Entdeckungen von verschiedenen neuen fundamentalen Bausteinen seit den 1980er Jahren, wie das 2012 entdeckte Higgs Boson, thematisiert werden. Offene Fragen bezüglich der Bausteine aus denen unser Universum besteht, können nach Schieck ebenso eingebracht werden (Schieck 2015: 505ff). Gleiches gilt für den Themenbereich Astronomie, die Chaostheorie und die Nanowelt. Für viele Bereiche der modernen Physik gibt es Vorschläge der Einbindung in den Unterricht der Schule (Müller 2015: 530ff; Nordmeier/Schlichting 2015: 554; Euler et al. 2015: 579ff). Sicherlich muss die Komplexität dieser Themen berücksichtigt werden. Nicht jedes Thema kann inklusive komplizierter Mathematik vollumfassend thematisiert werden. Phänomenologische Zugänge und qualitative Einschübe können allerdings Teil des Unterrichts werden. Möglicherweise kann durch eine Thematisierung dieser Art Interesse geweckt werden, welches sich in der späteren Berufswahl positiv für naturwissenschaftliche Karrieren auswirkt. Für die in dieser Arbeit entwickelte erste Vertretungsstunde wurde sich für die Astronomie als Teilgebiet der modernen Physik entschieden. Die Gründe hierfür werden im Folgenden erläutert.

Die Astronomie wird auch als Mutter der Naturwissenschaften bezeichnet und beschäftigt sich mit dem Universum. Dabei wird ihre Entstehung und Entwicklungsgeschichte fokussiert (Müller 2015: 530). Mittlerweile konnten Wissenschaftler:innen unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, gut erforschen und wissen, wie sie aufgebaut ist und welche Galaxien in der sogenannten Lokalen Gruppe relativ nah an der Milchstraße sind (Müller 2015: 532). Allerdings ist die Erforschung derselben nicht leicht, vor allem, da die interstellare Datenerhebung sehr zeitaufwendig ist. Aufgrund der großen Distanzen können wir nur in die Vergangenheit blicken. So sehen wir die Sonne beispielsweise mit einer Verzögerung von ungefähr acht Minuten. Würde die Sonne also plötzlich kein Licht mehr ausstrahlen, würden wir dies erst nach acht Minuten bemerken. Dies birgt einerseits die Chance, das Universum in seinem früheren Zustand zu erforschen, aber fordert andererseits auch viel Zeit bei der Datensammlung (Müller 2015: 531f). Neben Galaxien erforschen Wissenschaftler:innen die sehr massereichen schwarzen Löcher. Die von diesen angezogene Materie verursacht einen sogenannten sichtbaren Jet, der einige tausend Lichtjahre Länge erreichen kann. Denn durch magnetische Effekte wird die angezogene Materie sehr stark beschleunigt. Der dadurch entstehende Materiestrahl kommt beinahe auf Lichtgeschwindigkeit. Durch die dabei auftretenden Reibungseffekte wird Wärmestrahlung im Röntgenbereich abgegeben, womit sich schwarze Löcher gut detektieren lassen (Müller 2015: 533). Weitere

Ereignisse, die sich besonders gut beobachten lassen, sind Sternexplosionen. Die Daten dieser geben viel Aufschluss darüber, wie sich das Universum entwickelt hat, da sie uns erlauben weit in die Vergangenheit zu schauen. Explosionen vor Entstehung unseres Sonnensystems können Hinweise darauf geben, wie das Universum davor ausgesehen hat. Es war demnach kompakter und viel heißer (Müller 2015: 533f). Die älteste Strahlung, die bisher detektiert wurde, ist die kosmische Hintergrundstrahlung, die erstmals 1965 aufgenommen wurde. Durch diese konnte unter anderem untersucht werden, wie sich die Temperatur im Universum verändert hat (Müller 2015: 534f). Mit solchen Messungen wollen Wissenschaftler:innen beantworten, wann und wie das Universum entstanden ist, wie es sich ausgedehnt hat und woraus es besteht, also Fragen, die auch für SuS relevant sein können (Müller 2015: 535). Obgleich Wissenschaftler:innen bereits viele Phänomene verstehen und erklären können, gibt es noch vielfältige ungelöste Fragen. Die Existenz bzw. Beschaffenheit von dunkler Materie wird beispielsweise durch diverse experimentelle und theoretische Ansätze erforscht, bislang aber ohne durchschlagenden Erfolg (Müller 2015: 536f). Auch die Frage nach anderen Lebensformen im Universum ist eine neue und bisher nicht ausführlich erforschte wissenschaftliche Disziplin (Müller 2015: 537f). Die Frage danach, wie bekannte Materie existieren kann, erscheint im ersten Blick zwar trivial, doch entfaltet fachwissenschaftlich gesehen spannende Fragestellungen (Müller 2015: 538). In Science-Fiction Filmen wird häufig auch das Konzept von Paralleluniversen verwendet. Dieses ist eine weitere breit diskutierte Fragestellung. Auch die Frage nach der tatsächlich existierenden Anzahl an Raumdimensionen ist ungeklärt, da durchaus denkbar ist, dass es mehr als die uns bekannten Dimensionen gibt (Müller 2015: 540). Abschließend ist die Erforschung von schwarzen Löchern eine aufregende Disziplin, da eben kein Blick in ein schwarzes Loch geworfen werden kann. Was sich genau hinter einem schwarzen Loch verbirgt, ist nur eine von vielen ungeklärten Fragestellungen. Im Kontext Schule erscheint hier besonders interessant, dass sich beispielsweise viele Eigenschaften eines schwarzen Lochs leicht erklären lassen, ohne physikalische Tiefe zu erreichen. Durch ihre spannenden Eigenschaften wecken sie aber das Interesse der SuS. In diesem Kontext ist zudem das Phänomen Supernova thematisierbar (Müller 2015: 538f). Es ist zwar fraglich, wann Wissenschaftler:innen ein entscheidender Nachweis gelingt, der möglicherweise unser Verständnis von der Welt verändert. Fest steht, dass die soeben beschriebenen offenen Fragen mehr als genug Potential für eine entsprechende Entdeckung innerhalb der Astronomie liefern und genügend Spannung, um SuS für das Thema zu begeistern.

2.1.3 Forschende in der Naturwissenschaft

Wenn im Alltag über Physiker:innen oder Wissenschaftler:innen im Allgemeinen gesprochen wird, gibt es häufig diverse Vorurteile und Stereotype, die der Realität der

Naturwissenschaftler:innen nicht gerecht werden. Diese konnten in ihrer zeitlichen Entwicklung über jahrzehntelange Forschung klar identifiziert werden. Höttecke und Hopf beispielsweise fassen die folgenden Stereotype zusammen: Danach seien Naturwissenschaftler:innen eher seltsam, meist männlich und immer im weißen Kittel (Höttecke/Hopf 2018: 274ff). Sie seien unrasiert und ungekämmt, wirken demnach nicht attraktiv und seien immer von seltsamen Geräten zum Experimentieren umgeben. Außerdem beschäftige sich ein:e Wissenschaftler:in nur mit der Arbeit und wisse wenig über die Geschehnisse außerhalb des Labors. Die Arbeit erfordere Intelligenz, sei geheimnisvoll und teils gefährlich. Diese Stereotype tauchen vor allem bis zur 5. Klassenstufe auf. Doch auch danach verschwinden diese Stereotype nicht vollständig und sind deshalb teilweise noch bei Studierenden zu finden. Bei 16-Jährigen hingegen, wird vor allem noch die Arbeitsweise falsch wahrgenommen. Wissenschaftler seien sowohl bei der Arbeit als auch im Privaten oft allein. In der Realität sind die Naturwissenschaften allerdings von viel Teamarbeit geprägt (Höttecke/Hopf 2018: 274ff). Die Stereotype, die Höttecke und Hopf beschrieben haben, lassen sich auch in anderen Veröffentlichungen immer wieder finden. Zur Erforschung dieser Stereotype findet häufig der sogenannte „Draw a Scientist“-Test Anwendung. Dabei sollen SuS einen Wissenschaftler zeichnen und seine markantesten Eigenschaften nennen. Dieser Test findet schon lange Verwendung. Miller et al. berichten über fünf Dekaden Forschung mithilfe dieses Tests in den USA (Miller et al. 2018: 1943ff). Ihre Auswertung bestätigt beispielsweise den Stereotyp des männlichen Wissenschaftlers, obwohl sich eine steigende Repräsentation von Wissenschaftlerinnen in den letzten Jahren in vermehrten Zeichnungen von Frauen im Test niederschlägt. Allerdings ist dieser Trend mit steigendem Alter wieder rückläufig. Außerdem werden weitere Stereotype wie der Laborkittel, eine Brille, Haare im Gesicht oder die Arbeit allein im Labor benannt (Miller et al. 2018: 1943ff). Kelly nennt diese Merkmale ebenfalls und ergänzt, dass es sich meist um etwas ältere, männliche Personen handelt (Kelly 2018: 86ff). Hagenkötter et al. forschten mithilfe dieses Tests und haben zusätzlich die Interessen der SuS abgefragt (Hagenkötter et al. 2021: 603f). In der Auswertung kamen manche Stereotype dann eher vor, wenn die SuS mathematische Interessen hatten. Dazu gehören Aussehen und Alter von Wissenschaftler:innen, die verstärkt als jüngere Personen und mit Bart gezeichnet werden. Ansonsten machte es kaum einen Unterschied, welche Interessen die SuS hatten, da die Stereotype sehr gefestigt waren (Hagenkötter et al. 2021: 604). Bereits Chambers konnte diese Merkmale in seiner damaligen Forschung herausarbeiten (Chambers 1983: 255f). In der Gesellschaft gibt es also ein sehr stabiles Bild von Wissenschaftler:innen, welches nicht wirklich der Realität entspricht und Stereotype reproduziert. Einige der zugeschriebenen Eigenschaften könnten eher als negativ angesehen werden und möglicherweise SuS davon abhalten, eine Ausbildung oder ein Studium in diesem Bereich anzustreben, um nicht auch mit solchen

Stereotypen in Verbindung gebracht zu werden. Neben der verzerrten Wahrnehmung von Wissenschaftler:innen, wird die naturwissenschaftliche Arbeit selbst nicht richtig dargestellt, sodass die Kenntnis der Natur der Naturwissenschaften kaum in der Gesellschaft verbreitet ist. Diese Kenntnis wird von vielen Wissenschaftler:innen als relevant angesehen, um sich mit Fragen der Wissenschaft als Mitglied der Gesellschaft auseinandersetzen zu können (Neuhauser 2015: 9). Allerdings gibt es keine einheitliche Definition von den Inhalten der Natur der Naturwissenschaften, sodass sich die Welt der Wissenschaft bisher nur auf einzelne Aspekte einigen konnte, die aus Sicht mehrerer Autoren zutreffen. Neuhauser beschreibt eine häufig zitierte Einteilung der Inhalte der Natur der Naturwissenschaften (Neuhauser 2015: 11). Wissen hat einen veränderlichen Charakter, obwohl es auch dauerhaft gültiges Wissen gibt. Zudem stützen sich Daten oft auf experimentelle Beobachtungen. Die Überprüfung von Daten und Ergebnissen von verschiedenen Wissenschaftler:innen ist dabei Grundbestandteil der wissenschaftlichen Arbeit. Belastbare Ergebnisse sind deshalb reproduzierbar. Die Forschung insgesamt stützt sich nicht auf ein einheitliches Vorgehen, dieses verändert sich je nach Problemstellung. Außerdem wird die Forschung von der Kultur und der Gesellschaft beeinflusst. Neue Erkenntnisse sind dabei oft unvorhersehbar und entstehen durch kreative Ideen, aber auch durch Zufälle. Neue Fortschritte in der Wissenschaft und Technik haben einen wechselseitigen Einfluss aufeinander. Abschließend sollten Ergebnisse frei verfügbar sein und nachvollziehbar veröffentlicht werden (Neuhauser 2015: 11). Andere Autoren nehmen abweichende Einteilungen vor und setzen andere Schwerpunkte. Eine vertiefende Diskussion dieser Abweichungen wird im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgenommen, da es lediglich um den Grundgedanken der Natur der Naturwissenschaften gehen soll. Dieser ist relevant für ein grundlegendes Verständnis und sollte neben der Aufbrechung von Stereotypen über Wissenschaftler:innen auch gefördert werden, um ein realistisches Bild von Wissenschaftler:innen und der Naturwissenschaft selbst in der Gesellschaft zu etablieren und zu festigen.

2.2 Motivation und Interesse an Physik und Physikunterricht

Die Begriffe Motivation und Interesse sind aus dem Alltag bekannt, unterliegen hier jedoch keiner strikten fachlichen Trennung. Diese ist notwendig, wenn sie in einem Forschungskontext Verwendung finden sollen. Zunächst wird die Motivation definiert. Nach Rheinberg und Vollmeyer müssen drei Bedingungen erfüllt sein, damit Motivation vorliegt (Rheinberg/Vollmeyer 2018: 14). Die erste Bedingung ist ein Ziel, welches erreicht werden soll. Zweitens gibt es eine Art Anstrengung der Person dieses Ziel zu erreichen und drittens wird mit Zielstrebigkeit und ohne Ablenkung auf das Ziel hingearbeitet. Die Person selbst empfindet folglich ein Drängen oder eine Anziehung, die sie antreiben. Die Autoren beschreiben die Motivation als ein theoretisches Konstrukt, welches Verhaltensbesonderheiten erklärt. Vielen erscheint es aber als eine reale

Gegebenheit, vermutlich weil das drängende Gefühl der Motivation vielen bekannt ist (Rheinberg/Vollmeyer: 2018: 14f). Gleichzeitig muss erwähnt werden, dass Motivation ebenfalls relevant ist, wenn es um die Vermeidung von für Individuen unangenehme Situationen geht. Konkret wird die Motivation als „aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzuges auf einen positiv bewerteten Zielzustand bzw. auf das Vermeiden eines negativ bewerteten Zustandes“ (Rheinberg/Vollmeyer: 2018: 17) beschrieben. Dadurch, dass die Motivation nur ein theoretisches Konstrukt ist, lässt Sie sich nicht direkt messen. Nach Schiefele führen aber Motive, also überdauernde Eigenschaften einer Person, zu Motivation (Schiefele 2008: 38). Außerdem lassen sich extrinsische und intrinsische Motivation unterscheiden. Mit extrinsischer Motivation werden positive Folgen von außen beschrieben, während intrinsische Motivation an die Absicht, etwas aufgrund von eigenen positiven Erlebniszuständen durchzuführen, anknüpft. Wenn zum Beispiel etwas gelernt werden soll, scheinen Gefühle der Kompetenz einen starken Einfluss auf die intrinsische Motivation zu haben (Schiefele 2008: 40f). Greifstein et al. erkennen einen Zusammenhang zwischen Spaß und intrinsischer Motivation in verschiedenen Kontexten (Greifstein et al. 2023: 433). Im Zusammenhang mit der Motivation wird häufig auch der Begriff des Interesses genannt, obwohl sich diese deutlich unterscheiden lassen und deshalb nicht vermischt werden sollten. Beide Konzepte sind für langfristiges Streben nach Auseinandersetzung mit den verschiedenen Themen und Fächern in der Schule relevant (Schiefele 2008: 38). Interesse wird als „spezifische Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand“ (Schiefele 2008: 46) definiert. Dieses entwickelt sich bei Auseinandersetzung mit einem Gegenstand oder Thema. Relevant ist darüber hinaus, dass die handelnde Person ebenso vom Gegenstand beeinflusst wird. Das Interesse lässt sich in individuelles und situationales Interesse unterscheiden. Individuelle Interessen sind dauerhafte Personenmerkmale, aufgrund derer sich Wertschätzung für den entsprechenden Gegenstand oder ein Thema entwickelt, also positive Gefühle in Verbindung mit einem Sachverhalt bzw. persönliche Bedeutsamkeit (gefühl- und wertbezogene Valenzüberzeugungen). Situationales Interesse hingegen ist ein Zustand des Interessiertseins, der durch äußere Umstände hervorgerufen wird. Interessant ist, dass situationales Interesse handlungsbegleitend ist, was die Ausbildung intrinsischer Motivation begünstigt (Schiefele 2008: 46f). Im Rahmen dieser Ausarbeitung ist zusätzlich von Bedeutung, dass Untersuchungen zur Motivation und dem Interesse von SuS an Naturwissenschaften existieren. Die Ergebnisse zeigen, dass Motivation und Interesse mit steigender Zeit in der Schule grundsätzlich abnehmen. Diese Tendenz ist in den Naturwissenschaften besonders stark ausgeprägt, bei Mädchen noch mehr als bei Jungen. Durch die Wahl passender Kontexte kann dieser Entwicklung in der Schule entgegengewirkt werden (Schiefele 2008: 47). Dies begründet die Notwendigkeit von Interventionen, die das Ziel haben die intrinsische Motivation durch

situationales Interesse zu fördern. Denn das fehlende Interesse zeigt sich nicht nur durch die bereits benannten Untersuchungen, sondern auch durch Statistiken, die darstellen, wie viele Menschen jährlich ein Physikstudium aufnehmen. Dabei gab es in den letzten drei Jahren einen starken Rückgang. Gleichzeitig gibt es auch immer einen gewissen Anteil an Parkstudierenden, also Studierende, die das Studium nicht tatsächlich aufgenommen haben, sodass die Zahl der Physikstudierenden weiter sinkt. Mit der Abbruchquote und der Tatsache, dass Studierende für ihr Studium immer länger brauchen, müssen dann noch weitere Fakten, die die Abschlusszahlen senken, berücksichtigt werden. Teilweise lässt sich dies auch auf die Pandemie zurückführen. Zwar schlägt sich die Fachwissenschaft Physik im Vergleich zu anderen MINT-Fächern einigermaßen gut, doch mehr Studierende wären wünschenswert (Düchs/Runge 2023: 33ff). Dadurch lassen sich beide Vertretungsstunden inhaltlich als Intervention begründen. Zum einen muss das grundsätzliche Interesse an dem Fach Physik gesteigert werden und zum anderen sollte ein realistisches Bild von Wissenschaftler:innen und ihrer Forschung dazu führen, dass SuS zusätzliche Gründe haben, sich für die Fachwissenschaft Physik zu entscheiden.

3 Entwicklung des Ausgangsmaterials

Im zeitlichen Rahmen von jeweils einer Doppelstunde sollen die Themen moderne Physik und Forschende in der Naturwissenschaft bearbeitet werden. Um diese den Anforderungen der SuS möglichst gut anzupassen, wurde vor Entwicklung des Ausgangsmaterials eine Eingrenzung vorgenommen. Das Unterrichtsmaterial der beiden Vertretungsstunden richtet sich an Lehrkräfte, die Physikunterricht in den Klassen sieben bis neun an einem Gymnasium vertreten. Unabhängig vom bisherigen Kenntnisstand der Klasse und Thema im eigentlichen Physikunterricht sollen die Vertretungsstunden durchgeführt werden können, es soll kein besonderes Vorwissen benötigt werden. Außerdem sollen sowohl Physiklehrer:innen als auch fachfremde Lehrkräfte die Vertretungsstunden nutzen können, weshalb Begleitmaterial mit allen notwendigen Hintergrundinformationen und didaktischen Hinweisen entwickelt werden soll. Konkret ist die Erstellung von Musterlösungen, Arbeitsblättern, einem Stundenverlaufsplan, dem didaktischen Begleitmaterial und in beiden Fällen eine Präsentation, die die Unterrichtsstunde jeweils begleitet, geplant. In beiden Doppelstunden wird bewusst darauf verzichtet Experimente einzubetten. Diese Entscheidung wurde getroffen, um die Vertretungsstunden möglichst niedrigschwellig zu gestalten und einen material- und raumunabhängigen Einsatz des Materials zu ermöglichen.

Grundsätzlich ist für die Durchführung beider Einheiten ein Zugang zu einem Beamer notwendig sowie ein Endgerät, mit dem die Lehrkraft diesen bedienen kann. Außerdem wird davon ausgegangen, dass alle SuS ein iPad (wie beispielsweise im Bundesland Bremen) oder ein anderes elektronisches Gerät besitzen, mit dem sie arbeiten können. Vereinzelt kann auf dieses

auch verzichtet werden und die Stationen können per Arbeitsblatt analog bearbeitet werden, was aber einer besseren Planung durch die Lehrkraft bedarf.

3.1 Moderne Physik

In der Unterrichtsstunde zum Thema moderne Physik gab es unterschiedliche Möglichkeiten der inhaltlichen Bearbeitung, da es verschiedene Forschungsfelder gibt. Die Entscheidung für den Themenbereich der Astrophysik fiel, da dieses besonders gut geeignet ist, um SuS zu faszinieren. Müller schlägt vor, dem Thema eine komplette Unterrichtseinheit zu widmen (Müller 2015: 540ff). Dies ist im Rahmen von Vertretungsunterricht nicht möglich, weshalb sorgfältig ausgewählt werden musste, was einerseits interessant für die SuS und andererseits nicht zu kompliziert für fachfremde Lehrkräfte ist. Grundsätzlich ist es nach Müller sinnvoll, sich mit den verschiedenen Strukturen innerhalb des Universums zu beschäftigen. Davon gibt es viele verschiedene, wie die Galaxien, die Sterne im Allgemeinen und Speziellen sowie Planeten, Kometen, Kleinkörper oder aber große Strukturen wie die schwarzen Löcher und Supernovae (Müller 2015: 541). Unter Berücksichtigung der bereits genannten Kriterien erfolgte die Auswahl von nur drei verschiedenen Objekten für die genauere Thematisierung innerhalb der Vertretungsstunde. Es handelt sich dabei um die Galaxie, das schwarze Loch und die Supernova. Die Beschäftigung mit diesen soll vorrangig Interesse für den Themenbereich Astrophysik bei den SuS wecken, weswegen diese nach der Unterrichtsstunde die drei Objekte nur grob erklären können sollen. Außerdem soll das erlernte Wissen zur Anwendung kommen, indem Bewertungen von vorgegebenen physikalischen Aussagen erfolgen. Dies ist relevant, damit die SuS merken, dass es innerhalb der Fachwissenschaft Physik noch viele ungeklärte Fragen gibt, die es zu erforschen gilt, gleichzeitig aber schon viele Fragen beantwortet worden sind. So soll das Interesse an der modernen Physik weiter gesteigert werden. Zusätzlich zu den Zielen, die auf das Fachwissen bezüglich der Objekte im Universum abzielen, sollen die SuS diese Fachinhalte adressatengerecht aufbereiten und präsentieren können, was die Kommunikationskompetenz (K3, K5, K6) anspricht (Kultusministerkonferenz (KMK) 2004: 12ff). Außerdem sollen die SuS in der Lage sein, mithilfe der erlernten Informationen innerfachliche Bewertungen vorzunehmen, also wird in dieser Unterrichtsstunde auch die Bewertungskompetenz (B1) kurz thematisiert (KMK 2004: 12).

Nachdem die Ziele der Doppelstunde definiert wurden, wurde das Unterrichtsmaterial erarbeitet. Die Stunde lässt sich in vier Teile einteilen: ein kurzer Einstieg, eine etwas längere Erarbeitungsphase, eine Quizrunde und ein kurzer Abschluss. Der Unterrichtseinstieg soll den SuS grundsätzlich aufzeigen, dass sie gewisse Dinge noch nicht wissen und gleichzeitig ein Bewusstsein für die Problemstellung entwickeln. So soll bei den SuS eine Nachfrage nach einem Angebot entstehen, das die Wissenslücken füllt. Außerdem ist es relevant das Vorwissen zu aktivieren, um daran anknüpfen zu können (Barth et al. 2022: 39). Dieses wird konkret versucht

im Einstieg zu berücksichtigen, indem die SuS zunächst herausfinden sollen, worum es in der Vertretungsstunde eigentlich geht. Dafür lässt die Lehrkraft ein Bild von einer Supernova nach und nach durch einen Beamer an der Wand erscheinen. Die SuS sollen vermuten, was auf diesem Bild abgebildet ist und begründen, woher ihre Vermutung stammt. Nachdem die SuS kurz ihre Vermutungen geäußert haben, löst die Lehrkraft auf und erklärt das Thema der Stunde. Erkennen die SuS das Bild, so kann durch die Begründung Vorwissen kurz aktiviert werden. Erkennen die SuS das Bild nicht, wird gezeigt, dass sie so etwas noch nicht kennen und die angesprochene Wissenslücke wird aufgezeigt. Dieser recht kurze Einstieg ist durch die knappe Zeit im Rahmen der Doppelstunde zu rechtfertigen vor allem da davon ausgegangen wird, dass die SuS kein oder kaum Vorwissen über die Astrophysik besitzen.

Danach wird unmittelbar die Erarbeitungsphase eingeleitet. Diese muss durch die Lehrkraft gut organisiert werden. Da die SuS sich einerseits mit allen drei Objekten beschäftigen sollen, aber andererseits Zeit benötigen, um sich mit diesen vertraut zu machen, wird ein Gruppenpuzzle durchgeführt. So wird in der Arbeitsphase der Expertengruppe ausreichend Zeit geschaffen, um sich mit einem Objekt vertieft zu beschäftigen sowie durch die Sicherung in der Stammgruppe gewährleistet, dass sich alle SuS am Ende der Stunde mit allen drei Objekten auskennen. Zudem fördern Gruppenpuzzle Kommunikations- und Vermittlungsfähigkeiten, was positiv zu bewerten ist. Dafür ist eine gute Planung notwendig, die durch die Erstellung der didaktischen Begleitmaterialien gewährleistet werden soll. Außerdem ist es relevant, dass die SuS bereits Erfahrung bezüglich Gruppenarbeiten haben (Keikert et al. 2013: 39). Davon wird ausgegangen, da sich die Vertretungsstunde an SuS aus Klasse sieben bis neun richtet, welche schon mindestens zwei Jahre Erfahrung auf der weiterführenden Schule gesammelt haben. Trotzdem bleibt ein Restrisiko, dass die Gruppe entweder die Methode nicht kennt oder bisher kaum in Gruppenarbeiten gearbeitet hat. In diesen Fällen wird der Lerneffekt der SuS deutlich geringer sein, da sich die Lehrkraft gemeinsam mit der Lerngruppe mehr auf organisatorische Aspekte fokussieren muss. Die Konsequenz, ein Gruppenpuzzle dann im folgenden Fachunterricht möglicherweise etwas einfacher einsetzen zu können, ist dann ein positiver und unbeabsichtigter Effekt der Vertretungsstunde. Wenn die Methode allerdings in der Klasse bekannt ist, ist weniger Organisationsaufwand notwendig und mehr Konzentration auf die Fachinhalte möglich. Unabdingbar ist allerdings, dass die Lehrkraft das Prozedere genau erklärt. In diesem Gruppenpuzzle sollen Stammgruppen aus jeweils drei Personen gebildet werden. Jede Person innerhalb der Stammgruppe bekommt ein Objekt (Galaxie, Schwarzes Loch oder Supernova) zugeteilt. Wenn sich die Klasse nicht in Gruppen mit drei Personen aufteilen lässt, werden vereinzelt Gruppen aus vier Personen gebildet und ein Objekt wird mehrfach besetzt. Nachdem die SuS ihr Thema haben, finden sie sich in neuen Expertengruppen zusammen. Die Größe dieser

Gruppen kann variieren und ist nicht entscheidend. Wichtig ist, dass die SuS in einer guten Arbeitsatmosphäre arbeiten können. In der Expertengruppe bearbeiten nun alle SuS ihr Objekt. Dafür erhalten sie einen Informationstext mit Aufgaben. Es soll ein Steckbrief mithilfe der gegebenen Informationen erstellt werden. Eine Vorlage für diesen Steckbrief wird als Hilfestellung bereitgestellt, damit sich die SuS voll auf die neuen Fachinhalte konzentrieren können und keine Kapazitäten für die Formatierung des Steckbriefes verbrauchen. Außerdem soll entweder eine zusätzliche Rechercheaufgabe oder eine Bewertungsaufgabe absolviert werden. Zusätzlich müssen die SuS das erlernte Fachwissen so aufbereiten, dass sie es präsentieren können. Nachdem die Erarbeitung in der Expertengruppe abgeschlossen ist, stellen sich die SuS gegenseitig das Erlernte innerhalb ihrer Stammgruppe vor und sichern damit ihre Ergebnisse. Mit ihrem gemeinsamen Fachwissen sollen die SuS nun in der Stammgruppe ein Kreuzworträtsel lösen. Dies wird wiederum im Plenum gesichert. Nachdem diese Erarbeitungsphase abgeschlossen ist, folgt ein Quiz. In diesem werden den SuS verschiedene Aussagen gezeigt. Sie sollen entscheiden, ob diese Aussagen richtig oder falsch sind und vor der Auflösung per Daumen hoch oder runter gleichzeitig abstimmen. Bei kontroversen Stimmungsbildern gegenüber der Aussage, kann die Lehrkraft nach Begründungen fragen. Danach erfolgt die Auflösung und eine kurze Einordnung seitens der Lehrkraft, die im Begleitmaterial vorbereitet ist, sodass auch fachfremde Lehrkräfte diese Einordnung vornehmen können. In diesem Quiz sollen die SuS merken, dass es in der physikalischen Forschung Fortschritte gibt, die viele Fragen klären können, aber gleichzeitig noch offene Fragen existieren, die es zu erforschen gilt. Dass sich diese Fragen mit Themen auseinandersetzen, die die Menschen schon lange beschäftigen, soll das Interesse weiter fördern. Im kurzen Abschluss fasst die Lehrkraft gemeinsam mit den SuS noch einmal zusammen, was sie heute gelernt haben und was dies für die physikalische Forschung bedeutet.

Alle für die Vertretungsstunde erstellten Materialien lassen sich im Anhang (Kapitel 11.6) finden.

3.2 Forschende in der Naturwissenschaft

In der Unterrichtsstunde zum Thema Forschende in der Naturwissenschaft sollen Stereotype bezüglich dieser konfrontiert und bearbeitet werden. Daraus ließ sich für das erste inhaltliche Stundenziel ableiten, dass die SuS Stereotype über Forschende in der Naturwissenschaft erkennen, diskutieren und reflektieren können sollen. Dies soll die SuS in die Lage versetzen, selbst Stereotype zu entkräften und deren Einfluss auf verschiedene Entscheidungen seitens der SuS zu verringern. Darüber hinaus soll die Stunde den SuS mehr Wissen über verschiedene wissenschaftliche Berufe und ihr jeweiliges Anforderungsprofil zu vermitteln. So soll verhindert werden, dass für die SuS möglicherweise spannende Berufsfelder mangels Information verschlossen bleiben. Grundsätzlich sollen die SuS auch Unterschiede und Gemeinsamkeiten

von Naturwissenschaftler:innen benennen können und Fachwissen darüber erlangen, was naturwissenschaftliche Forschung ausmacht. Auf diese Weise sollen Aspekte der Natur der Naturwissenschaften vermittelt werden. Nachdem die Ziele der Stunde festgelegt wurden, mussten die Arbeitsmaterialien selbst gestaltet werden. Dabei sollte sich die Doppelstunde grob in drei Teile gliedern: einen kurzen Einstieg, eine längere Arbeitsphase inklusive Sicherung sowie eine abschließende Diskussion.

Für die Erarbeitung des Einstiegs gelten die gleichen Kriterien wie bereits bei der Erstellung des Unterrichtsmaterials der Stunde zum Thema moderne Physik. Eine Wissenslücke mit einem entsprechenden Problembewusstsein soll deutlich gemacht werden sowie Vorwissen aktiviert werden (Barth et al. 2022: 39). Da in dieser Stunde davon ausgegangen wird, dass es mehr Berührungspunkte mit Vorstellungen gibt, die den SuS im alltäglichen Leben begegnen, soll die Aktivierung von Vorwissen einen größeren Raum einnehmen. Die SuS sollen sich also aktiv mit dem, was sie über Wissenschaftler:innen zu wissen glauben, auseinandersetzen. Für die konkrete Umsetzung des Einstiegs wurde ein Quiz entwickelt, bei dem verschiedene Personen mithilfe des Beamers im Klassenraum gezeigt werden. Die Klasse kann dann Vermutungen über den Beruf dieser Person äußern und diese begründen. Dabei werden einerseits Personen gezeigt, denen man aufgrund ihrer Kleidung schnell einen Beruf zuordnen würde und andererseits Personen, die das Stereotyp ihres eigenen Berufes nicht bedienen. Die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass dabei Stereotype zur Sprache kommen und für die Lehrkraft sichtbar werden. Die SuS erkennen außerdem, dass Stereotype nicht zwangsläufig die Realität darstellen und merken, dass dies problematisch ist. Die Lehrkraft soll, nachdem die Berufe aller Personen zugeordnet und aufgelöst wurden, die Konfrontation der Stereotype, die das Quiz hervorruft, noch verstärken, indem kurz die Studienlage über Forschende in der Naturwissenschaft präsentiert wird. Dabei werden Merkmale aus dem sogenannten „Draw a Scientist“-Test genannt (Höttecke/Hopf 2018: 274ff; Hagenkötter et al. 2021: 604; Kelly 2018: 86ff). So soll konfrontiert werden, dass durch den Test identifizierte Eigenschaften nicht mit den Personen, die im Einstiegsquiz in der Wissenschaft tätig sind, zusammenpassen. Die Stereotype aus dem Test sind aller Wahrscheinlichkeit nach auch diejenigen, die in den Klassen vorherrschen und aufgebrochen werden sollen.

Der anspruchsvollste Teil innerhalb der Erstellung des Unterrichtsmaterials für das Thema Forschende in der Naturwissenschaft war die inhaltliche Bearbeitung der Stereotype durch die SuS selbst. Die Herausforderung bestand darin, dass die SuS nicht zu viel vorgegeben bekommen sollten. Gleichzeitig ist problematisch, dass das Feld der Forschenden riesig ist, die SuS sich aber lediglich eine Doppelstunde diesem Thema widmen. Deshalb wurde entschieden, dass die SuS innerhalb einer Gruppenarbeit verschiedene Themen bearbeiten und die Ergebnisse am Ende der Arbeitsphase der Klasse präsentieren. Ein weiterer Vorteil der Gruppenarbeit ist, dass

komplexere Ergebnisse erreicht werden können und dass Flexibilität und das Prozessdenken gestärkt werden (Reinhardt/Lange 2022: 314). So können sich die SuS dem Thema durch verschiedene Aufgaben nähern und am Ende feststellen, dass sie trotzdem ähnliche Ergebnisse erzielt haben. Letztlich wurden vier Zugangswege und vier Gruppenarbeiten entwickelt.

Als erstes erschien relevant, eine Biografie einer forschenden Person in der Naturwissenschaft genauer zu betrachten, um festzustellen, dass diese Person eine normale Person wie jede andere auch ist und nicht etwa verrückt oder allein. Dafür wurde ein Vorstellungsprojekt einer Universität benutzt. In diesem Projekt wurden verschiedene Wissenschaftler:innen per Videointerview vorgestellt. Eines davon wurde genutzt, um eine Person näher kennen zu lernen. Dafür erhielten die SuS die Fragen des Interviews, damit sie sich die Antworten der Person notieren konnten. Anschließend sollten die SuS dann über diese Person reflektieren und besprechen, ob diese Person ihren Vorstellungen entspricht oder nicht. Gemeinsamkeiten und Unterschiede sollten herausgearbeitet werden. Mit diesen Informationen soll anschließend ein Steckbrief erstellt werden. Abschließend sollen die SuS diskutieren, ob eine Karriere innerhalb der Naturwissenschaft empfehlenswert ist.

Neben der intensiven Beschäftigung mit einer wissenschaftlichen Biografie rückt in der zweiten Gruppenaufgabe die Beschäftigung mit vielen Wissenschaftler:innen in den Fokus. Dadurch soll der Eindruck einer gezielten Auswahl von einer passenden forschenden Person entkräftet werden. Aufgrund der Problematik, dass eine von den SuS eigenständige Zusammenstellung von Wissenschaftler:innen zu zeitintensiv wäre und sich in Details verlieren könnte, wurden Kurzsteckbriefe von 19 Wissenschaftler:innen zusammengestellt. Diese breite Auswahl kann von den SuS analysiert und miteinander verglichen werden. Es sollen Gemeinsamkeiten und Unterschiede gefunden und relevante Eigenschaften diskutiert werden. Ein Vergleich mit den eigenen Stereotypen und, ob sich diese innerhalb der Steckbriefe widerspiegeln, ist der nächste Schritt. Abschließend sollen die SuS diskutieren, ob sie sich selbst eine Karriere innerhalb der Naturwissenschaft vorstellen können und welche Voraussetzungen sie dafür erfüllen müssten. Mit diesen Gruppenarbeiten soll primär erreicht werden, dass die SuS Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Wissenschaftler:innen benennen können. Zudem sollen sie in die Lage versetzt werden, Stereotype zu erkennen und zu reflektieren.

In der dritten Gruppenarbeit soll es den SuS ermöglicht werden, einige Kernelemente naturwissenschaftlicher Forschung zu identifizieren. Darin geht es um das Anforderungsprofil von Wissenschaftler:innen. Zusätzlich soll auch die Natur der Naturwissenschaft thematisiert werden. Diese Aspekte sind allerdings sehr umfassend und nicht leicht durch eigene Bearbeitung vermittelbar. Da die SuS aber auch in diesem Fall selbst die Natur der Naturwissenschaft und Anforderungen für Wissenschaftler:innen entdecken sollen, wurde von einem reinen

Informationstext abgesehen. Stattdessen wurde ein Text aufbereitet, in dem der Prozess einer wissenschaftlichen Entdeckung geschildert wird. Die SuS müssen also das Wesen der naturwissenschaftlichen Forschung aus dem Text herausarbeiten. Innerhalb dieses Prozesses wird beispielsweise deutlich, dass naturwissenschaftliche Forschung nicht vorhersehbar ist. In der Musterlösung sind dabei viele verschiedene Möglichkeiten angegeben. Den SuS wird es vermutlich nicht gelingen, alle Inhalte der Natur der Naturwissenschaft zu identifizieren. Doch auch wenn sie nur den ein oder anderen Aspekt finden, trägt dies zu einem realistischeren Bild der naturwissenschaftlichen Forschung bei. Auf Basis dieser Aspekte sollen die SuS dann ein Anforderungsprofil für Wissenschaftler:innen erstellen. Dieses sollen sie anschließend noch in eine Stellenausschreibung gießen, die in den Kontext des vorgegebenen Texts passt.

Das letzte und bisher noch nicht thematisierte Ziel der Unterrichtsstunde ist, dass die SuS lernen, dass es innerhalb der Naturwissenschaft vielfältige Berufe gibt, die zu unterschiedlichen Interessen passen. Wenn Jugendliche also nicht Wissenschaftler:in werden möchten, aber dieses Themengebiet spannend finden, gibt es vielfältige Angebote, die die SuS kennen sollten. Deshalb beschäftigen sich die SuS in der letzten Gruppenarbeit vertieft mit verschiedenen Berufszweigen. Ein Informationstext bietet dafür die Grundlage. Darüber hinaus kommt in dieser Gruppenarbeit eine Internetrecherche zum Einsatz. Außerdem sollen die SuS diskutieren, welche Personen und Qualifikationen für die verschiedenen Berufszweige geeignet sind und wo sie sich jeweils selbst am ehesten wiederfinden würden.

Nachdem die SuS innerhalb ihrer Gruppe ein Thema ausführlich bearbeitet haben, sollen sie es so aufbereiten, dass sie es innerhalb weniger Minuten der restlichen Klasse vorstellen können. So wird sichergestellt, dass die SuS auch die Ergebnisse der anderen Gruppen wahrnehmen können. In der Arbeitsphase zuvor muss die Lehrkraft eine entsprechende Arbeitsatmosphäre herstellen und möglicherweise mithilfe der Musterlösung Tipps geben, um sicherzustellen, dass die SuS sinnvolle Ergebnisse erreichen und vorstellen können. Innerhalb der Vorstellung der Ergebnisse durch die einzelnen Gruppen ist Raum für Fragen seitens der SuS eingeplant. Nachdem diese Phase abgeschlossen ist, folgt ein kurzer Abschluss. Darin zeigt die Lehrkraft eine Karikatur eines Wissenschaftlers. Nachdem die SuS diese beschrieben haben, sollen sie diese im Rückblick auf die Unterrichtsstunde kurz analysieren und diskutieren. Durch diesen visuellen Abschluss sollen die SuS noch einmal verinnerlichen, dass Stereotype von Wissenschaftler:innen häufig im Alltag auftauchen, diese aber nicht der Realität entsprechen. Die Lehrkraft moderiert die letzte Phase mit der Karikatur und schließt die Stunde ab, nachdem alle relevanten Aspekte genannt worden sind.

In allen vier Gruppenarbeiten sollen die SuS neben dem Erlernen von Fachwissen über Forschende in der Naturwissenschaft und die naturwissenschaftliche Forschung selbst auch ihre

Kompetenz im Bereich Reflexion verbessern. Da diese Stunde aber einen sehr großen Kontrast zu herkömmlichen Physikstunden darstellt, lässt sich der Inhalt schwer in die Kompetenzbereiche der Fachdidaktik Physik einordnen. Nach den Bildungsstandards kann der Teilbereich der Reflexion am ehesten der Bewertungskompetenz (B4) zugeschrieben werden (KMK 2004: 12). Während die Kommunikationskompetenz (K3, K5, K6) durch die Gruppenarbeiten gefördert wird (Präsentation der Ergebnisse, Informationen als Stellenausschreibung formulieren), wird die Erkenntnisgewinnung in dieser Unterrichtsstunde nicht angesprochen.

Alle für die Vertretungsstunde erstellten Materialien lassen sich im Anhang (Kapitel 11.6) finden.

4 Methodik

4.1 Methode der Datenerhebung

Um den Erfolg der beiden Unterrichtsstunden zu messen, sollen Daten erhoben werden, die die Einstellungen und Interessen der SuS abbilden. Durch ein Prä-Posttest Design lassen sich Hypothesen bezüglich der Veränderungswirkungen von Interventionen, in diesem Fall die Vertretungsstunden, überprüfen (Döring 2023: 712). Von einer Kontrollgruppe, die üblicherweise verwendet wird, wird abgesehen, da keine Alternative zu bestehenden Unterrichtseinheiten entworfen wird, sondern eine gänzlich neue Stunde mit Themen außerhalb des Bildungsplans. Die Interessen und Einstellungen, die durch den Prä- und Posttest erhoben werden sollen, können dabei als latente Variable angesehen werden, welche nicht direkt gemessen werden kann. Was sich allerdings beobachten lässt, sind die Auswirkungen, mithilfe derer man auf das Interesse und die Einstellungen schließen kann (manifeste Variablen). Dafür werden Items verwendet. Items sind Aussagen, die den Befragten vorgelegt werden. Über die Angabe von Zustimmung zu diesen Aussagen lassen sich Rückschlüsse ziehen (Busker 2014: 272; Döring 2023: 478). Das Messinstrument sollte dabei möglichst objektiv, reliabel und valide sein (Häußler et al. 1998: 64). Für die Erkundung von Interessen ist ein Fragebogen mit sogenannten Likert Skalen oder Ratings geeignet (Tiemann/Körbs 2014: 283). Durch die Likert Skalen wird eine hohe Auswertungsobjektivität erreicht (Diekmann 2008: 249). Um eine ausreichende Validität zu gewährleisten, sollten je nach Quelle mindestens drei bis vier Items pro Themenbereich verwendet werden. So wird sichergestellt, dass die Einstellungen tatsächlich und ohne zufällige Ausreißer im positiven oder negativen Sinne ausgewertet werden können (Häußler et al. 1998: 97; Tiemann/Körbs 2014: 284 ff). Für die Gewährleistung der Reliabilität wird mithilfe des Cronbach Alphas die innere Konsistenz der Items geprüft (Schecker 2014: 5). Nur bei ausreichenden Werten erfolgt die gemeinsame Auswertung wie geplant. Mithilfe der einzelnen Testitems des Fragebogens werden Einstellungen im nicht-kognitiven Bereich abgefragt (Häußler et al. 1998: 96). Die Daten werden quantitativ erhoben, sodass sich ein geschlossenes Verfahren anbietet,

um die Auswertung zu erleichtern (Häußler et al. 1998: 97). Bezüglich einer Skala zum Ankreuzen wird empfohlen, zwischen vier und sieben Antwortmöglichkeiten anzubieten. Dabei muss entschieden werden, ob die neutrale Mitte als Option zugelassen werden soll. Diese kann als Schlupfloch verwendet werden, wenn Ausfüllende des Fragebogens ihre eigene Haltung nicht preisgeben wollen, sodass bestehende Tendenzen nicht ausgewertet werden können. Durch die Wahl einer geraden Anzahl an Wahloptionen wird eine Entscheidung provoziert und eine Stellungnahme erzwungen (Häußler et al. 1998: 99; Tiemann/Körbs 2014: 285). Die letztendliche Entscheidung, nur vier statt sechs Wahlmöglichkeiten zu geben, fiel aufgrund der möglicherweise etwas schnelleren Durchführung bei der Datenerhebung selbst (Häußler et al. 1998: 97). Wenn der Fragebogen so erstellt wird, dass alle Abfragen bezüglich der Einstellungen so formuliert sind, dass in jedem Fall die gleiche Stufe die gleiche Tendenz bezüglich der Einstellung bedeutet, kann ein Summenscore für jeden Bereich berechnet werden. Dafür wird jeder ankreuzbaren Stufe eine Zahl zugeordnet. In diesem Fall war die erste Stufe die eins, die letzte Stufe die vier. Durch die Auswertung mithilfe eines Scores können schnelle Aussagen bezüglich der Einstellungen getroffen werden (Häußler et al. 1998: 98).

Für die Erhebung in diesem Rahmen sind drei verschiedene Themen relevant, sodass für jedes Thema ein Block erstellt wurde. Im ersten Block werden spezifische Einstellungen zu den inhaltlichen Themenbereichen der Unterrichtsstunde abgefragt. Es folgt ein Block zu den Einstellungen zum Physikunterricht generell. Der letzte Block thematisiert die Einstellungen spezifisch zu der Vertretungsstunde. Dadurch soll überprüft werden, ob die Vertretungsstunde von den SuS wie beabsichtigt wahrgenommen wurde. Die Items der Blöcke sind jeweils an bereits durchgeführten Messungen für Lern- und Unterrichtsklima orientiert (Häußler et al. 1998: 104 f). Block drei wird nur unmittelbar nach der Durchführung der Vertretungsstunde erhoben. Block eins und zwei hingegen werden zwei Mal auf identische Weise erhoben, direkt vor und direkt nach der Unterrichtsstunde. So kann durch einen Vergleich überprüft werden, ob der Inhalt der Vertretungsstunde einen Einfluss auf die Einstellungen der SuS hatte und ob es Verschiebungen gab.

Die drei Blöcke sind thematisch geordnet und jeweils sehr kurzgehalten, damit das Ausfüllen der Fragebögen möglichst wenig Unterrichtszeit beansprucht. Auch deshalb wurde in den Fragebogen kein Code integriert. Typischerweise wird ein Code benötigt, um Fragebögen anonym einander zuordnen zu können. Dies ist notwendig, wenn Messungen zeitlich weiter auseinander liegen und sich die Gruppen möglicherweise verändert haben. Es können folglich nur Tests ausgewertet werden, von denen es sowohl einen Prä- als auch Posttest gibt. Da sich in meiner Datenerhebung die Gruppe nicht verändert, ist es nicht notwendig eine Zuordnung per Code zu erheben. Es können immer alle Datensätze verwendet werden (Tiemann/Körbs 2014: 286). Es

werden oben auf dem Fragebogen lediglich die Klassenstufe sowie die Physiknote der SuS erfragt. Die Physiknote wird abgefragt, um analysieren zu können, ob es Unterschiede zwischen SuS mit sehr guten oder guten Leistungen und SuS mit ausreichenden oder mangelhaften Leistungen gibt. Zusätzlich zu der Datenerhebung bei den SuS sollen auch die Lehrkräfte eine Rückmeldung bezüglich der Vertretungsstunden geben. Da es bei einer Vertretungsstunde essenziell ist, dass diese schnell und leicht zu verstehen ist, um auch eine kurzfristige Durchführung zu ermöglichen, zielt der Fragebogen für die Lehrkräfte hauptsächlich auf eine Rückmeldung bezüglich der Verständlichkeit und Durchführbarkeit ab. Dieser Fragebogen ist im ersten Teil geschlossen gehalten, während im zweiten Teil Platz für offene Anmerkungen und Verbesserungen ist. Diese Anmerkungen sollen die Grundlage für die Überarbeitung der Vertretungsstunden sein. Alle für die Datenerhebung verwendeten Fragebögen lassen sich im Anhang (Kapitel 11.6) finden.

4.2 Methode der Datenauswertung

Dadurch, dass innerhalb dieser Erhebung Daten per Fragebogen erhoben worden sind, bietet sich eine entsprechende quantitativ-statistische Auswertung an (Schecker et al. 2014: 13). Da beide Tests analog durchgeführt wurden, konnte nicht verhindert werden, dass manche SuS sich nicht klar für ein Feld entschieden haben. In fast jedem Klassendatensatz gab es SuS, die ihr Kreuz genau mittig zwischen zwei Feldern gesetzt haben. In diesen Fällen ist es schwer objektiv zu entscheiden, zu welcher Position die Person tendiert. Deshalb wurden in allen Teilen der Auswertung halbe Wertungseinheiten verwendet. Hat eine Schülerin beispielsweise das Kreuz genau mittig zwischen den Feldern + (steht für drei) und – (steht für zwei) gesetzt, so wurde bei der Score-Ermittlung der Wert 2,5 addiert. In der Erstellung der Häufigkeitsverteilung wurde je Feld eine halbe Stimme hinzugefügt, sodass die SuS möglichst genau in ihren Einstellungen wiedergegeben wurden.

Der Hauptteil der Datenauswertung erfolgt per Häufigkeitsverteilung für die einzelnen Blöcke. Es ermöglicht das Aufzeigen von Verschiebungen der Einstellungen in den abgefragten Blöcken aus dem Prä- und Posttest. Außerdem kann die Wahrnehmung der Vertretungsstunde mit Häufigkeitsverteilungen über den Block drei, der ausschließlich im Posttest abgefragt wurde, analysiert werden (Tiemann/Körbs 2014: 289).

Für jeden Block kann außerdem ein Score, also die gewichtete Summierung der einzelnen Antwortkreuze, die jeweils einem konkreten Wert entsprechen, ermittelt werden. Dadurch wird ein Vergleich durch statistische Tests ermöglicht. Bei der Score-Berechnung wird dem Feld - - (Stimme überhaupt nicht zu) der Wert eins zugeordnet, dem Feld – (Stimme nicht zu) der Wert zwei, das Feld + (Stimme zu) wird mit dem Wert drei berücksichtigt und das Feld + + (Stimme voll und ganz zu) ist gleichbedeutend mit dem Wert vier. Der Score kann für die Blöcke eins und zwei des Prä- und Posttests ermittelt werden. Diese können auf den ersten Blick vermitteln, wie positiv

oder negativ die getestete Person dem Thema gegenüber steht. Allerdings ist zu prüfen, ob die einzelnen Items der Blöcke eins und zwei wirklich inhaltlich gemeinsam ausgewertet werden können. Es wird das Cronbach Alpha berechnet, um die Reliabilität der Items sicherzustellen. Ergibt die Testung auf Reliabilität ein Cronbach Alpha von mindestens 0,7, so kann davon ausgegangen werden, dass eine konsistente Skala vorliegt, mit der eine Auswertung wie geplant durchgeführt werden kann, auch wenn dieser Wert in der Literatur diskutiert wird (Schecker 2014: 5). Für Block eins und zwei der Vertretungsstunde mit dem Thema moderne Physik ergeben sich beim Cronbach Alpha die Werte $\alpha_{MP1} = 0,82$ und $\alpha_{MP2} = 0,92$, es besteht also eine gute innere Konsistenz. Bei der zweiten Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft ergab die Testung für Block eins ein Alpha von $\alpha_{F1} = 0,74$ und für Block zwei $\alpha_{F2} = 0,76$, sodass eine ausreichende Konsistenz besteht. In beiden Fällen kann die Auswertung wie geplant erfolgen. Um die Blöcke eins und zwei in der Prä- und Posttestung miteinander zu vergleichen, werden normalerweise parametrische Tests wie der t-Test verwendet. Dieser vergleicht gepaarte Werte, also Werte, die einander zuordbar sind. Dies ist mit den erhobenen Datensätzen nicht möglich, weshalb lediglich Klassendatensätze so verglichen werden können. Voraussetzung dafür ist allerdings eine Normalverteilung der Daten (Tiemann/Körbs 2014: 287). Die Normalverteilung der Daten kann auf verschiedene Art geprüft werden. Möglich ist beispielsweise eine visuelle Überprüfung bei Sichtung der Daten oder der Kolmogorov-Smirnov Anpassungstest. Bei Letzterem besteht eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung ab einem $p < 0,05$. Bei signifikanter Abweichung von einem Teil der Daten, wäre eine nicht parametrische Alternative zum t-Test zu wählen (Bühl/Zöfel 2005: 313). Durch den t-Test oder entsprechende nicht parametrische Alternativen wie der Wilcoxon Test werden Wirkungshypothesen überprüft. Die Nullhypothese lautet für Block eins und zwei:

$H_0: \mu = \mu_0$ Die Scores von beiden Blöcken sind vor und nach der Durchführung der Vertretungsstunde gleich.

Da die Inhalte der Vertretungsstunden in keinem Curriculum vorgegeben werden, wird erwartet, dass sich die Einstellungen einerseits hin zu einem realistischeren Bild von Wissenschaftler:innen und andererseits zu einem relevanteren Bild von der Fachwissenschaft Physik entwickeln. In der Vertretungsstunde des Themas moderne Physik wird daher als Alternativhypothese für Block eins postuliert:

$H_1: \mu < \mu_0$ Die Scores von Block eins sind im Mittelwert vor der Durchführung der Vertretungsstunde kleiner als danach. Ein hoher Score steht für ein positives und relevantes Bild von Physik.

In der Vertretungsstunde mit dem Thema Forschende in der Naturwissenschaft wird als Alternativhypothese für Block eins postuliert:

$H_2: \mu > \mu_0$ Die Scores von Block eins sind im Mittelwert vor der Durchführung der Vertretungsstunde größer als danach. Ein niedriger Score bedeutet ein realistischeres Bild der Forschenden.

Für Block zwei wird in beiden Vertretungsstunden jeweils erhofft, dass das Interesse am Fach Physik generell steigt. Die Alternativhypothese lautet daher:

$H_3: \mu < \mu_0$ Die Scores von Block zwei sind im Mittelwert vor der Durchführung der Vertretungsstunde kleiner als danach. Ein hoher Score bedeutet ein hohes Interesse an Physik und Physikunterricht.

Wenn die Signifikanz für die Hypothesen bei $p < 0,05$ liegt, spricht man von einem signifikanten Unterschied. Ein hochsignifikanter Unterschied liegt vor, sofern $p < 0,01$, ein höchstsignifikanter Unterschied liegt bei $p < 0,001$ vor. Hierbei werden Fehler 1. Art im Hinblick auf das Signifikanzniveau untersucht. Es gibt also eine Wahrscheinlichkeit von 5 %, dass die Nullhypothese H_0 zugunsten der Alternativhypothese H_1 bzw. H_2 und H_3 verworfen wird (Tiemann/Körbs 2014: 291).

Die Effektstärke oder der Korrelationskoeffizient ist ein Maß für die Stärke des Ergebnisses, wenn ein signifikanter Unterschied festgestellt worden ist. Dafür wird im Rahmen dieser Arbeit das sogenannte Cohens d mithilfe des Mittelwerts und der Standardabweichung berechnet, welche der t-Test bestimmt. Ab einem Cohens d von $|d| = 0,2$ spricht man von einem kleinen Effekt, ab $|d| = 0,5$ von einem mittleren Effekt und ab $|d| = 0,8$ von einem großen Effekt. Zusätzlich wird der Korrelationskoeffizient r angegeben, der auf einen Wert von maximal 1 beschränkt ist. Es gilt, dass ein kleiner Effekt bei $r = 0,10$, ein mittlerer Effekt bei $r = 0,30$ und ein großer Effekt bei $r = 0,50$ vorliegt (Tiemann/Körbs 2014: 289ff).

Zusätzlich zum Fragebogen bezüglich des Inhalts der Stunden wird ebenfalls per Fragebogen erhoben, wie die Lehrkräfte die Durchführung der Vertretungsstunde bewältigen konnten. Diese Daten werden quantitativ und qualitativ analysiert, sodass deutlich wird, wie die Lehrkräfte die Durchführung wahrgenommen haben und an welchen Stellen möglicherweise Nachbesserungsbedarf besteht.

5 Forschungsfragen

Wenn neues Material für den Unterricht entwickelt wird, ist es relevant zu wissen, welche Auswirkungen dieses Material auf den Lernerfolg der SuS hat. So kann entschieden werden, ob das Material eingesetzt werden sollte oder zunächst einer Überarbeitung bedarf. Im Rahmen des in dieser Masterarbeit erstellten Unterrichtsmaterials für Vertretungsstunden soll das Fach Physik den SuS anders als üblich nähergebracht werden. Die erste Forschungsfrage zielt deshalb

auf die Wahrnehmung der Vertretungsstunden ab. Für beide Vertretungsstunden soll die folgende Frage beantwortet werden:

Nehmen die Schülerinnen und Schüler die Vertretungsstunde in Physik als Kontrast zu herkömmlichem Physikunterricht wahr und inwiefern wird dieser Kontrast im Hinblick auf Motivation, Mitarbeit und Interesse deutlich?

In der Vertretungsstunde zum Thema moderne Physik soll das Interesse der SuS am Fach Physik generell gesteigert und für die moderne Physik geweckt werden. Außerdem sollen die Einstellungen hinsichtlich der Nützlichkeit physikalischer Forschung hinterfragt und wenn möglich zum Positiven beeinflusst werden. Die zweite Forschungsfrage lautet demnach:

Inwiefern kann die Vertretungsstunde zum Thema moderne Physik Einstellungen hinsichtlich der Nützlichkeit und der Bedeutung der physikalischen Fachdisziplin sowie die Einstellungen zum Fach Physik und dem damit verbundenen Unterricht selbst verändern?

Das Thema der zweiten Vertretungsstunde, Forschende in der Naturwissenschaft, soll Stereotype über Wissenschaftler:innen aufbrechen und bearbeiten, sodass die SuS ein realistischeres Bild von Wissenschaftler:innen und der Forschung selbst erhalten. Womöglich könnten einzelne SuS dadurch ein gesteigertes Interesse an der Naturwissenschaft und einer entsprechenden beruflichen Laufbahn innerhalb dieser entwickeln. Dies zu überprüfen ist Aufgabe der dritten und vierten Forschungsfrage:

Inwiefern kann die Vertretungsstunde zum Thema Forschende in der Naturwissenschaft Stereotype und Vorurteile gegenüber Wissenschaftler:innen aufbrechen und entkräften und für ein realistischeres Bild von Wissenschaftler:innen sorgen?

Ziehen Schülerinnen und Schüler durch diese Vertretungsstunde eher eine berufliche Laufbahn innerhalb der Naturwissenschaft in Betracht?

Bei den Betrachtungen bezüglich der Einstellungen und ihren Veränderungen in beiden Stunden soll jeweils auch untersucht werden, ob die Note der SuS einen Einfluss hat.

Neben den Datensätzen zu den Vertretungsstunden selbst wurden auch Rückmeldungen der Lehrkräfte gesammelt. Diese sollen dafür verwendet werden, die Vertretungsstunden noch einmal zu überarbeiten und zu verbessern. Die fünfte und letzte Forschungsfrage beschäftigt sich deshalb damit:

Wie lassen sich die beiden Vertretungsstunden hinsichtlich Arbeitsmaterial, Begleitmaterial, Ablauf und Durchführbarkeit optimieren?

6 Design der Praxisphase

6.1 Rahmenbedingungen und Stichprobe

Die Praxisphase konnte an einem Bremer Gymnasium durchgeführt werden, in welchem guter Zugang zu Klassen in den Jahrgangsstufen sieben bis neun bestand sowie Kontakt zu einer ausreichenden Anzahl an Lehrkräften, die in den entsprechenden Klassen unterrichtet haben. Die Schulleitung hat ihre schriftliche Erlaubnis für die Erhebung der Daten erteilt. Die Praxisphase erstreckte sich über einen Zeitraum von zwei Monaten, in denen verschiedene Daten gesammelt wurden. Insgesamt gibt es an dem Bremer Gymnasium vier Klassen in Jahrgang sieben und acht und drei Klassen in Jahrgang neun, sodass potenziell elf Klassendatensätze hätten erhoben werden können. Jeweils zwei siebte Klassen dienten als Testklassen, um die Vertretungsstunden zu erproben. Im anschließenden zweiten Teil der Praxisphase wurden die Datensätze für die Auswertung erhoben. Von neun durchgeführten Vertretungsstunden beim Thema moderne Physik konnten insgesamt nur acht Klassendatensätze für die Auswertung verwendet werden (Insgesamt $n_{MP} = 148$ [$n_{MP1} = 17$; $n_{MP2} = 22$; $n_{MP3} = 20$; $n_{MP4} = 19$; $n_{MP5} = 13$; $n_{MP6} = 15$; $n_{MP7} = 27$; $n_{MP8} = 15$]). Der nicht auswertbare Klassendatensatz wurde aufgrund von fehlendem Prätest nicht berücksichtigt. In der Vertretungsstunde zum Thema Forschende in der Naturwissenschaft konnten neun Klassendatensätze gesammelt werden (Insgesamt $n_F = 183$ [$n_{F1} = 21$; $n_{F2} = 23$; $n_{F3} = 21$; $n_{F4} = 17$; $n_{F5} = 21$; $n_{F6} = 22$; $n_{F7} = 19$; $n_{F8} = 16$; $n_{F9} = 23$]). In der letzten noch fehlenden Klasse fand sich aufgrund von Zeitmangel keine Lehrkraft, die entsprechende Kapazität für die Erprobung entbehren konnte.

6.2 Ablauf der Praxisphase

Konkret gab es zwei Teile der Praxisphase. Zunächst musste das Unterrichtsmaterial für die Vertretungsstunden getestet werden. Diese Testung erfolgte persönlich. Durch Zugang zu selbst unterrichteten Klassen sowie einer zusätzlichen Doppelstunde Vertretung, konnten beide Vertretungsstunden in der Praxis erprobt werden. Verbesserungen, die aufgrund der Durchführung als sinnvoll erschienen, konnten so vor dem Hauptteil der Praxisphase eingearbeitet werden. Nachdem alle Verbesserungen jeweils eingearbeitet worden sind und das didaktische Begleitmaterial fertiggestellt wurde, begann der zweite Teil, der gleichzeitig auch der Hauptteil der Praxisphase war. Dabei haben Lehrkräfte, die in den Klassen sieben bis neun unterrichtet haben, freiwillig eine Doppelstunde ihrer Unterrichtszeit verwendet, um eine der Vertretungsstunden durchzuführen. Dabei ist zu erwähnen, dass die Lehrkräfte die Klassen bei der Durchführung der Vertretungsstunden deshalb kannten. Dies ist im Schulalltag von Vertretungsstunden nicht zwangsläufig gegeben. Die Lehrkräfte wurden aber dazu aufgefordert, sich die Unterrichtsmaterialien vorab nicht durchzulesen. Es wurde gefordert, sich nur kurz vor

der Unterrichtsstunde mit dem Verlaufsplan zu beschäftigen. So sollte sichergestellt werden, dass die Stunde ähnlich spontan, wie eine Vertretungsstunde gehalten werden musste. So wurden über einen Zeitraum von fünf Wochen die Klassendatensätze gesammelt.

7. Ergebnisse aus der Praxisphase

Für den Hauptteil der Auswertung und Beantwortung der Forschungsfragen eins bis vier werden die Klassendatensätze der Prä- und Posttests verwendet. Darauf wurde jeweils auch die Note der SuS abgefragt. Interessant dabei ist, ob es andere Verteilungen für verschiedene Notengruppen gibt und ob sich eine Veränderung eher bei starken SuS, die tendenziell mehr mitarbeiten, beobachten lassen. Allerdings wurde dieses Feld nur sporadisch ausgefüllt, sodass in keinem Klassendatensatz eine vollständige Information bezüglich der Noten vorliegt. Aufgrund der Datenlücke wird darauf verzichtet, diesen Aspekt zu analysieren.

7.1 Wahrnehmung der Vertretungsstunden

Die erste Forschungsfrage beschäftigt sich mit der Wahrnehmung der beiden Vertretungsstunden. Ziel war, dass die Vertretungsstunde anders als der herkömmliche Physikunterricht wahrgenommen wird, um möglicherweise auch SuS für das Fach Physik zu begeistern, die normalerweise eher ein geringes Interesse an dem Fach haben. Konkret soll beantwortet werden, ob die SuS die Vertretungsstunden in Physik als Kontrast zu herkömmlichem Physikunterricht wahrnehmen und inwiefern dieser Kontrast im Hinblick auf Motivation, Mitarbeit und Interesse deutlich wird. Dafür wurde Block drei des Posttests ausgewertet. Es wurden Häufigkeitsverteilungen in Form von Kreisdiagrammen für beide Vertretungsstunden erstellt. Zunächst werden die Ergebnisse der Vertretungsstunde zum Thema moderne Physik (MP) präsentiert. Danach folgen die Ergebnisse der Stunde zum Thema Forschende in der Naturwissenschaft (F).

In Abbildung 1 ist das Ergebnis des ersten Items dargestellt, welches abgefragt hat, ob die SuS die Stunde anders als herkömmlichen Physikunterricht wahrgenommen haben. Die erste Forschungsfrage lässt sich anhand der nachfolgend vorgestellten Ergebnisse eindeutig mit ja beantworten. Mehr als drei Viertel der SuS stimmt dem ersten Item zu. Lediglich 8,1 % haben in der Unterrichtsstunde keinen Unterschied zu herkömmlichem Physikunterricht wahrgenommen. Deshalb kann das Vorhaben, einen Kontrast zu dem normalen Physikunterricht herzustellen, für die Vertretungsstunde mit dem Thema moderne Physik als erfolgreich angesehen werden.

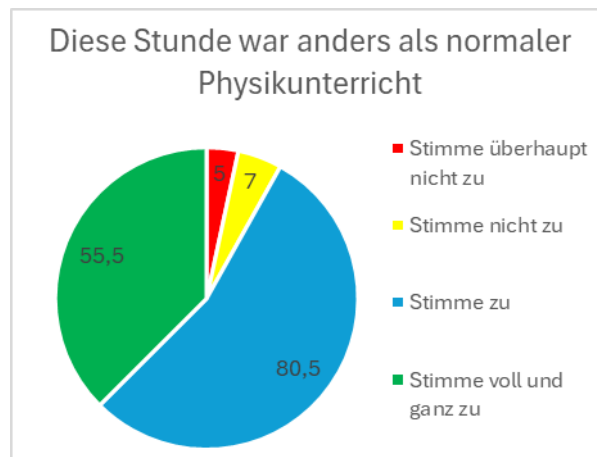


Abbildung 1: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 1

Es bleibt nun noch zu analysieren, inwiefern sich dieser Kontrast im Hinblick auf andere Merkmale gezeigt hat. Dafür werden die weiteren Items von Block drei untersucht. Zu Beginn soll das Interesse näher betrachtet werden, wozu die Ergebnisse in den Kreisdiagrammen in Abbildung 2 bis 5 dargestellt sind. Dabei wurden die SuS zunächst gefragt, ob sie nützliche Informationen gelernt haben. In der Stunde zum Thema moderne Physik sind 23,5 SuS (15,9 %) voll und ganz davon überzeugt nützliche Informationen erlernt zu haben, 82,5 SuS (55,7 %) stimmen der Aussage noch zu. Dies zeigt, dass eine deutliche Mehrheit von insgesamt 71,6 % die erlernten Informationen der Stunde als nützlich bewerten. Lediglich 10,5 SuS (7,1 %) stimmen der Aussage überhaupt nicht zu. Die SuS nehmen die Vertretungsstunde überwiegend auch als interessanter als herkömmlichen Physikunterricht wahr. Mehr als drei Viertel der SuS sind dieser Ansicht (27,4 % stimmen voll und ganz zu, 51,0 % stimmen zu). Wieder sind es wenige, die der Aussage überhaupt nicht zustimmen. Interessant ist allerdings, dass die SuS, obwohl sie das Erlernete mehrheitlich als nützlich und interessanter als im herkömmlichen Physikunterricht bewertet haben, es nicht als wichtig erachten. Mit 86 SuS stimmt eine Mehrheit von 58,1 % der Aussage nicht zu (15,5 % stimmen überhaupt nicht zu, 42,6% stimmen nicht zu), dass die erlernten Informationen für sie wichtig sind. Von den 51,5 SuS (34,8 %), die anderer Meinung sind, stimmen nur wenige voll und ganz zu (10,5 SuS, 7,1 %). Außerdem schafft es die Vertretungsstunde nicht, Interesse bei der Mehrheit der SuS für neue Themenbereiche zu wecken. Bei 21 SuS (14,2 %) ist das Interesse auf keinen Fall geweckt worden, 61,5 SuS (41,6 %) stimmen nicht zu, dass die Stunde Interesse an neuen Themenbereichen geweckt hat. Bei 54,5 SuS (36,8 %) konnte die Stunde zumindest Interesse wecken, bei 11 SuS (7,4%) sogar starkes. Es ergibt sich bei den Items also kein klares Bild bezüglich der Interessen, weshalb sich nicht klar sagen lässt, inwiefern der Kontrast zu herkömmlichen Physikstunden deutlich wird. Der Inhalt der Vertretungsstunde scheint zwar nützlich zu sein, aber nicht relevant für die SuS. Zudem werden die Inhalte dieser Stunde als interessanter als normalerweise im Physikunterricht

wahrgenommen, aber für Interesse an neuen Themenbereichen hat es nur für knapp die Hälfte der SuS gereicht.

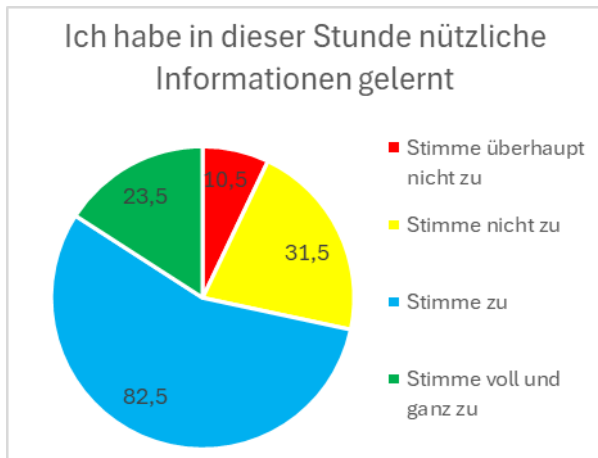


Abbildung 2: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 2

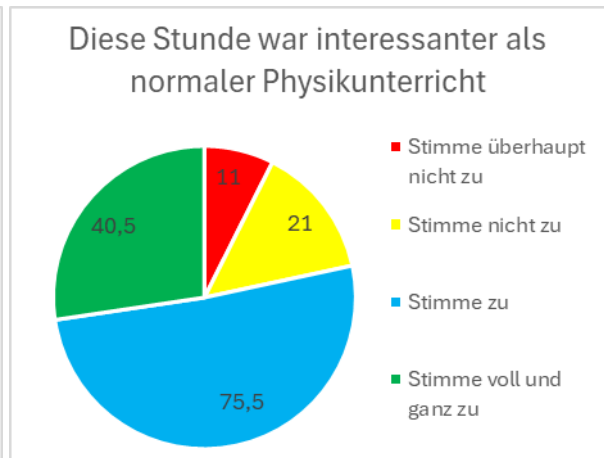


Abbildung 3: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 6

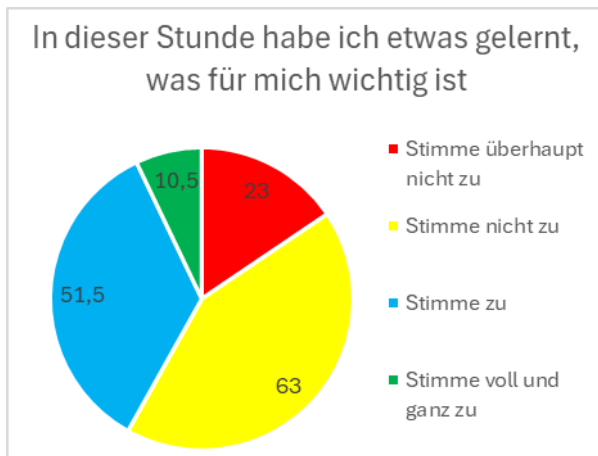


Abbildung 4: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 5

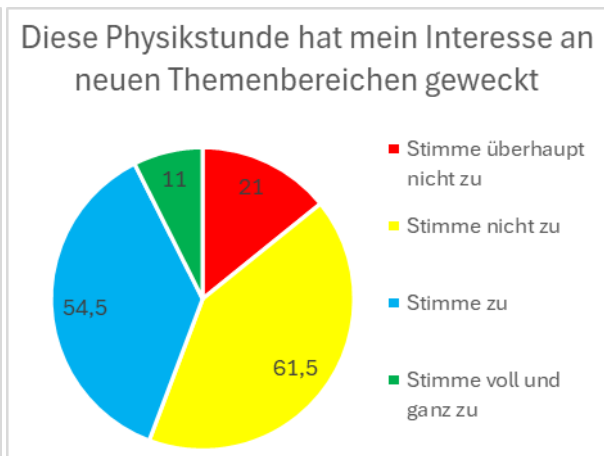


Abbildung 5: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 7

Um die Auswirkung auf die Mitarbeit zu analysieren, wurde erhoben, wie die SuS ihre eigene Mitarbeit grundsätzlich und im Vergleich zu herkömmlichen Physikstunden einschätzen. Die zugehörigen Ergebnisse sind in Abbildung 6 und 7 zu finden. Mehr als drei Viertel der SuS (77,4 %, davon 21,6 % starke Überzeugung von guter Mitarbeit) sagen über sich selbst, dass sie in der Vertretungsstunde viel mitgearbeitet haben. Dies ist in Vertretungsstunden nicht zwangsläufig zu erwarten. Wenn SuS erfahren, dass sie eine Vertretungsstunde haben, sind sie möglicherweise nicht auf inhaltlich vorbereiteten Unterricht eingestellt. Außerdem vertritt nicht immer eine Lehrkraft, die die SuS kennt, was einen Einfluss auf das Verhalten der SuS haben könnte. Dieser Effekt kann hier jedoch kaum berücksichtigt werden, da die Vertretungsstunden aus Planungsgründen im eigentlichen Fachunterricht (nicht unbedingt Physik) der Lehrkräfte stattfinden mussten. Eine realistischere Simulierung der Vertretungssituation innerhalb einer Schule ließ sich innerhalb der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nicht realisieren. Aus diesem

Grund sowie der Tatsache, dass die SuS Selbsteinschätzungen vornahmen, können keine gesicherten Rückschlüsse bezüglich der Stärke ihrer tatsächlichen Mitarbeit gezogen werden, obwohl die erhobenen Daten eine gute Beteiligung vermuten lassen. Gleichzeitig hat nur knapp die Hälfte (48,3 %, davon 13,5 % starke Abweichung von sonstiger Mitarbeit in Physik) angegeben, dass sie im Vergleich zu herkömmlichen Physikstunden besser mitgearbeitet hat. Die Formulierung des Items lässt allerdings nicht zu, dass sich im Physikunterricht ohnehin stark beteiligende SuS diese Aussage positiv bewerten. Deshalb lässt sich schlussfolgern, dass die Differenz in den Zustimmungswerten auf diejenigen zurückzuführen ist, die im Physikunterricht gut mitarbeiten. Dadurch passen die Ergebnisse der beiden Items zusammen. Insgesamt lässt sich auf eine gute Mitarbeit in der Vertretungsstunde schließen, aber es müssen die bereits genannten Einschränkungen berücksichtigt werden.

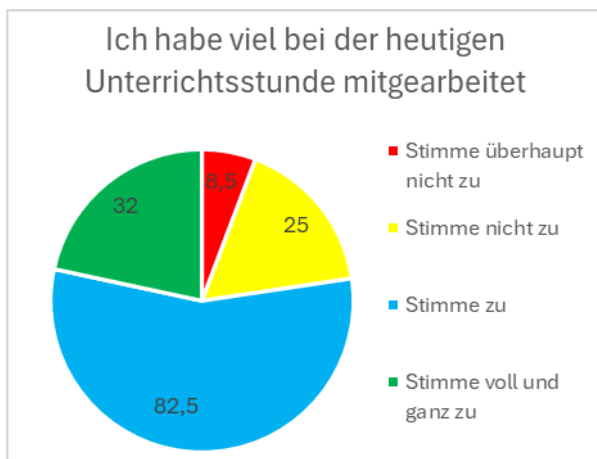


Abbildung 6: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 3

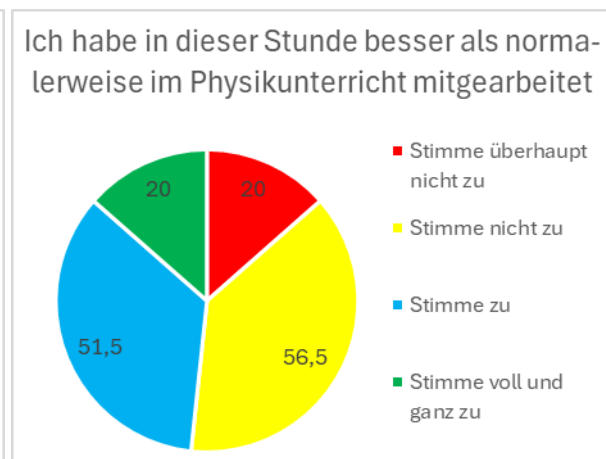


Abbildung 7: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 9

Bezüglich der Motivation der SuS hinsichtlich der Vertretungsstunde wurde erhoben, ob diese den SuS Spaß gemacht hat. Die Ergebnisse sind in Abbildung 8 dargestellt. Knapp zwei Drittel der SuS (62,5 %) bewerteten dieses Item positiv, 24,5 SuS (16,6 %) stimmten sogar voll und ganz zu. Lediglich neun SuS (6,1 %) stimmten überhaupt nicht zu. Doch auch wenn die Vertretungsstunde den SuS Spaß gemacht hat, reichte es nicht aus, sie mehrheitlich zu motivieren, sich in ihrer Freizeit mit Physik und physikalischen Themen auseinanderzusetzen, was in Abbildung 9 zu sehen ist. Daraus geht hervor, dass 59,5 SuS (40,2 %) ihr Kreuz bei „Stimme überhaupt nicht zu“ setzten sowie weitere 59 SuS (39,9 %) bei „Stimme nicht zu“. Nur 3 SuS (2,0 %) stimmen voll und ganz zu, zumindest 26,5 SuS (17,9 %) stimmen zu. Diese Zustimmungswerte müssen jedoch nicht im Gegensatz zu klassischen Physikstunden stehen, was sich nicht abschließend analysieren lässt. Um nachhaltiges Interesse dahingehend zu entwickeln, ist eine einzelne Vertretungsstunde nicht der richtige Rahmen. Gefestigte Einstellungen müssen zeitaufwendig thematisiert werden, um eine Veränderung zu erreichen. Deshalb lässt sich sagen, dass die Vertretungsstunde zum Thema moderne Physik den SuS zwar Spaß machte, aber nicht dazu führte, sich mit dem

interessanten Thema auch privat zu beschäftigen. Dafür wäre nachhaltige Motivation notwendig, das eher über den Fachunterricht geweckt werden könnte.

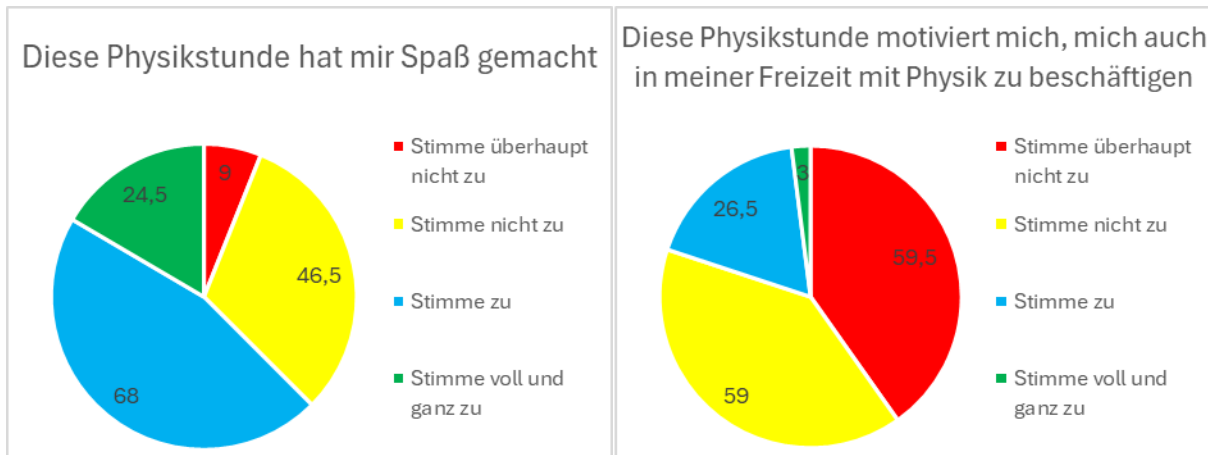


Abbildung 8: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 4

Abbildung 9: Ergebnis Posttest MP Block 3, Item 8

In der Vertretungsstunde mit dem Thema Forschende in der Naturwissenschaft wurde ebenfalls erhoben, wie die SuS die Vertretungsstunde wahrgenommen haben. Eine sehr große Mehrheit der 183 SuS (169,5 SuS, 92,6 %) hat die Stunde anders als den herkömmlichen Physikunterricht wahrgenommen. Dies kann vermutlich damit begründet werden, dass keine Inhalte aus der Fachwissenschaft Physik behandelt wurden. Vielmehr wurden Stereotype und die Natur der Naturwissenschaften betrachtet, für die zumindest bei oberflächlicher Betrachtung kein tiefgehendes Verständnis der Fachwissenschaft selbst notwendig ist. Dies stellt einen starken Kontrast zu anderen Physikstunden dar, der von den SuS entsprechend wahrgenommen worden ist. Trotzdem nehmen immerhin 13,5 SuS (7,4 %) den starken Kontrast nicht wahr. Das zugehörige Kreisdiagramm lässt sich in Abbildung 10 finden.

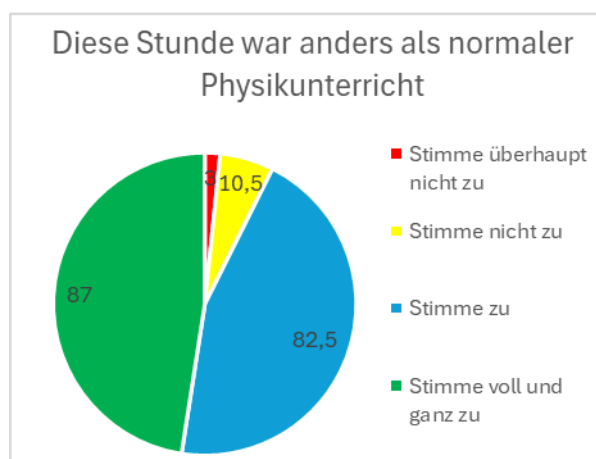


Abbildung 10: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 1

In Abbildung 11 bis 14 lassen sich die Kreisdiagramme finden, die für die Analyse des Interesses der SuS verwendet werden. Betrachtet man, ob die SuS nützliche Informationen gelernt haben,

stimmen dem 14 SuS (7,7 %) voll und ganz zu. Darüber hinaus kreuzten 86 SuS (47,0 %) „Stimme zu“ an, sodass insgesamt eine knappe Mehrheit von 54,1% der Aussage zustimmt. Die nicht zustimmenden SuS verteilen sich mit 29 SuS (15,8 %) auf die Ausprägung „Stimme überhaupt nicht zu“ sowie 54 SuS (29,5 %) auf „Stimme nicht zu“. Eine etwas deutlichere Mehrheit erachtet die Inhalte der Stunde als interessanter als normalen Physikunterricht, was sich durch vollständige Zustimmung von 41 SuS (22,4 %) und Zustimmung von 72,5 SuS (39,6 %) ausdrückt. Dem gegenüber stehen 50,5 SuS (27,6 %), die dieser Aussage nicht zustimmen und 19 SuS (10,4 %), die sie völlig ablehnen. Mehrheitlich ist dieses nicht fachliche Thema also interessanter als herkömmlicher Physikunterricht. Allerdings wird der Inhalt der Vertretungsstunde von fast drei Viertel der SuS (73,2 %) als nicht relevant bewertet. Fast ein Viertel (23,5 %) stimmt der Aussage, dass sie etwas gelernt haben, was für sie wichtig ist, überhaupt nicht zu. Interessant ist, warum die Aussage des Items so stark abgelehnt wurde, obwohl die Naturwissenschaften selbst es als sehr relevant erachten, ein realistisches Bild von diesen zu vermitteln und in der Gesellschaft zu etablieren. Möglicherweise haben SuS in jüngerem Alter noch kein Bewusstsein für die Relevanz der Aufarbeitung solcher Stereotype. Des Weiteren konnte die Stunde kein Interesse für neue Themenbereiche wecken. Zwar wurden neue Inhalte präsentiert, doch diese scheinen keine ausreichende Bedeutung für die Entwicklung situationellen Interesses für weiterführende Beschäftigung zu haben. Das Potential neue Interessen bezüglich fachlicher Inhalte zu wecken war nicht hoch, da es um diese nicht explizit ging. Die Inhalte der Natur der Naturwissenschaften, die für die SuS vermutlich ebenfalls neu sind, werden nicht explizit benannt, sondern sollen mithilfe eines Textes selbst erarbeitet werden, genauso wie die Erarbeitung verschiedener, neuer Berufe und Berufsfelder. Abhängig davon, wie viele Inhalte die SuS identifizieren konnten, ist die Menge neuer Inhalte in der Stunde unterschiedlich. Somit lässt sich möglicherweise das geringe Interesse erklären, doch auch hier gilt, dass keine klaren und definitiven Schlüsse gezogen werden können. In Zahlen gesprochen wurde bei mehr als drei Viertel der SuS (79,8%, aufgeteilt in 29,2 % „Stimmen überhaupt nicht zu“ und 50,5 % „Stimme nicht zu“) das Interesse an neuen Themenbereichen durch die Physikstunde nicht geweckt. Nur 4 SuS (2,2 %) stimmen voll und ganz zu, dass durch die Physikstunde Interesse an neuen Themenbereichen geweckt wurde.

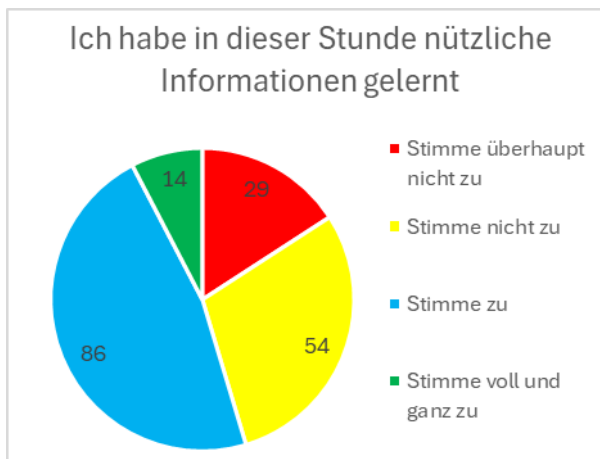


Abbildung 11: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 2

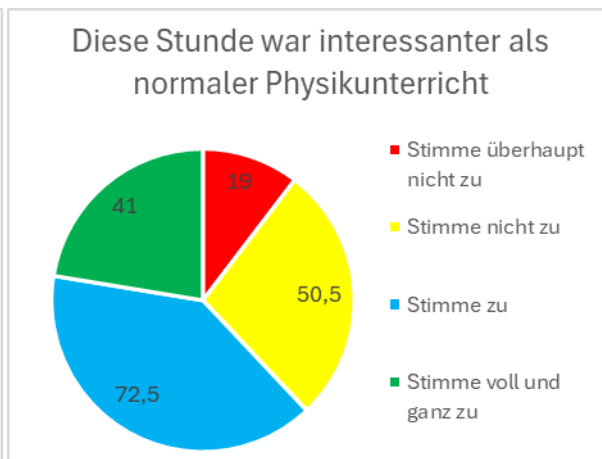


Abbildung 12: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 6

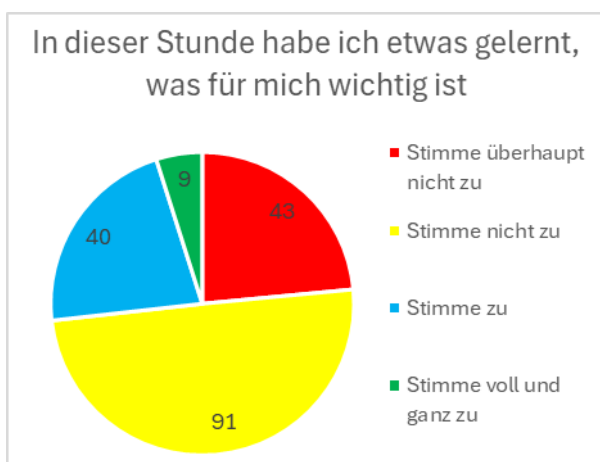


Abbildung 13: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 5

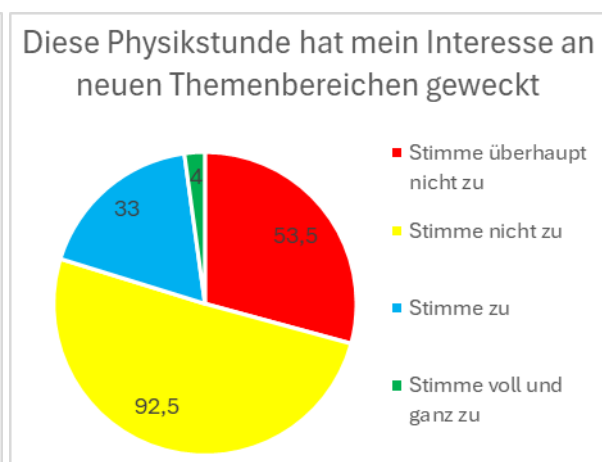


Abbildung 14: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 7

Bezüglich der Mitarbeit lässt sich ein positives Fazit ziehen. Die zwei Items, die dies darstellen, sind in Abbildung 15 und 16 zu finden. Mehr als zwei Drittel der SuS (77,0 %, davon stimmen 22,4 % voll und ganz zu, 54,6 % stimmen zu) bewerten ihre eigene Mitarbeit positiv. Nur 10 SuS (5,5 %) haben in der Stunde anscheinend überhaupt nicht mitgearbeitet, 32 SuS (17,5%) haben nicht mitgearbeitet. In dieser Vertretungsstunde scheint laut Selbsteinschätzung keine Mehrheit der SuS besser als bei klassischen Physikstunden mitgearbeitet zu haben. Nur 23,5 SuS (12,8%) stimmen der Aussage des entsprechenden Items voll und ganz zu, immerhin 52,5 SuS (28,7 %) stimmen zu. So sagt nicht einmal die Hälfte der SuS, dass sie besser als bei herkömmlichem Unterricht in Physik mitgearbeitet haben. Dies kann darin begründet liegen, dass die SuS dieser Erhebung ohnehin in Physik gut mitarbeiten, denn laut dem Item „Ich habe viel bei der heutigen Unterrichtsstunde mitgearbeitet“ gab es eine hohe Zustimmung. Dieser Aspekt muss in der Betrachtung durchaus berücksichtigt werden. Gerade weil die Inhalte so stark vom herkömmlichen Unterricht abweichen, ist die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass SuS, die den Physikunterricht gerne mögen, dazu tendieren, eher schlechter als im Physikunterricht mitzuarbeiten. So könnten sich die 107 SuS (58,5 %), die der Aussage aus Item neun nicht

zugestimmt haben, erklären lassen. Natürlich lassen sich andere Erklärungsansätze nicht ausschließen, da keine Daten bezüglich der Ursache für die Angabe von den Einstellungen der SuS vorliegen.

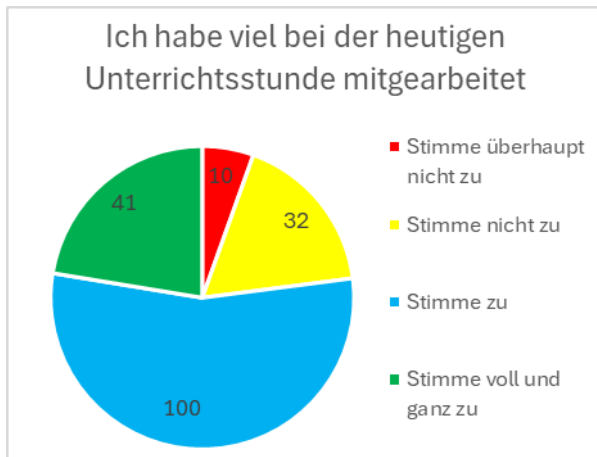


Abbildung 15: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 3

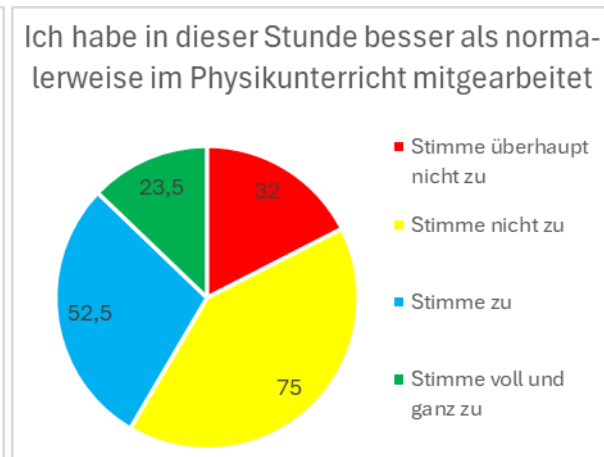


Abbildung 16: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 9

Neben dem Interesse und der Mitarbeit wird auch die Motivation bezüglich der zweiten Vertretungsstunde analysiert. Die zugehörigen Kreisdiagramme werden in Abbildung 17 und 18 dargestellt. Während die Einstellungen bezüglich des Spaßes innerhalb der Stunde relativ durchwachsen sind, ergibt sich ein eindeutiges Bild für die Motivation, sich aufgrund der Stunde mit Physik in der Freizeit zu beschäftigen. Eine deutliche Mehrheit von 154 SuS (84,2 %) lehnt diese Vorstellung ab, wobei bei 80 SuS (43,7 %) eine starke Abneigung vorliegt. Lediglich 2 SuS (1,1 %) stimmen zu, dass sie durch die Stunde motiviert sind, sich in ihrer Freizeit mit Physik zu beschäftigen. Möglicherweise sind die SuS teilweise (vor allem in Klasse sieben und acht) noch zu jung, um sich mit ihrer beruflichen Laufbahn gezielt zu beschäftigen. Eine ausreichende Berufsorientierung zu bieten ist zwar Aufgabe der Schule, in dieser werden ein Praktikum und entsprechende zusätzliche Maßnahmen jedoch erst in Klasse neun angebahnt. Möglicherweise wird es für die SuS erst in ihrer späteren Entwicklung relevant, sich ein realistisches Bild von den Naturwissenschaften anzueignen. Zudem ist unrealistisch, dass alle SuS ein ausgeprägtes individuelles Interesse an physikalischen Berufen haben sowie intrinsische Motivation sich mit diesen zu beschäftigen.

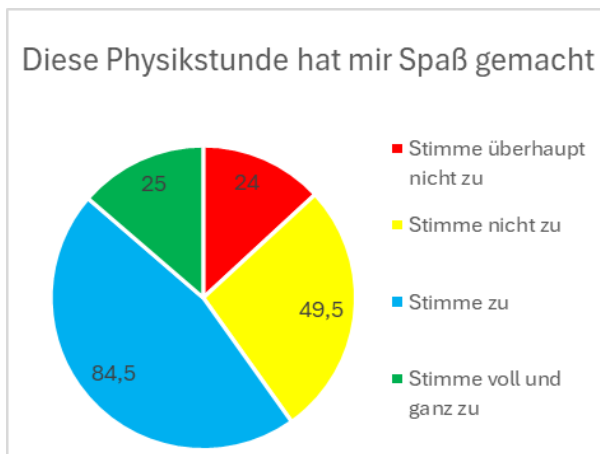


Abbildung 17: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 4

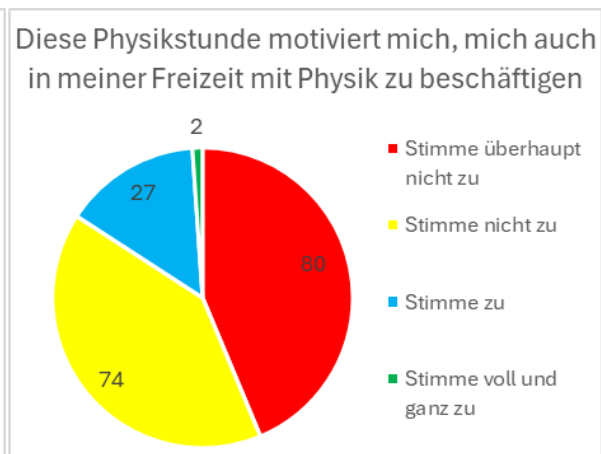


Abbildung 18: Ergebnis Posttest F Block 3, Item 8

Insgesamt wurden beide Stunden anders als der herkömmliche Physikunterricht wahrgenommen. Die Vertretungsstunde scheint den SuS in beiden Fällen mehrheitlich Spaß gemacht zu haben und auch die Mitarbeit scheint aktiv gewesen zu sein. Das Erlernete scheint für die Mehrheit nützlich, aber nicht wichtig zu sein. Interessanter als der herkömmliche Fachunterricht sind die Vertretungsstunden ebenfalls. Hinsichtlich der Motivation gibt es nur innerhalb der Schulstunden selbst positive Effekte, die im Vergleich zum klassischen Unterricht nicht so stark ausgeprägt sind. Das Interesse ist durchwachsen und folgt ebenfalls keiner klaren Tendenz. Diese Aspekte wurden allerdings unterschiedlich stark wahrgenommen. Wie stark sich diese Ergebnisse von den herkömmlichen Physikstunden tatsächlich unterscheiden, ist schwer zu sagen, da beispielsweise im regulären Physikunterricht keine Daten erhoben worden sind. Oberflächlich scheint der Kontrast zum normalen Unterricht für die Mehrheit der SuS einen positiven Effekt zu haben, sodass die Vertretungsstunde jeweils dazu geführt hat, dass zumindest einige SuS diese insgesamt positiv bewerten. Vor allem der Kontrast zu herkömmlichem Physikunterricht ist wie gewünscht immer wieder deutlich geworden.

Der erste Teil der Forschungsfrage eins kann deshalb durch den starken Kontrast grundsätzlich mit ja beantwortet werden. Die Unterschiede hinsichtlich Motivation, Mitarbeit und Interesse zeigen sich wie in der Zusammenfassung berichtet unterschiedlich stark ausgeprägt. Die Antwort auf den zweiten Teil der ersten Forschungsfrage ist demnach, dass die Motivation sich nur in der Stunde selbst verbessert hat, aber nicht im Hinblick auf klassischen Physikunterricht. Bezüglich der Mitarbeit scheint der Kontrast sich positiv ausgewirkt zu haben, im Interesse gibt es kein klares Ergebnis, aber der Kontrast ist mehrheitlich positiv bewertet worden.

7.2 Moderne Physik

7.2.1 Vergleich der Scores

Für die Auswertung der Vertretungsstunde mit dem Thema moderne Physik konnten acht Datensätze gesammelt werden. Im Verlauf dieser Auswertung tauchen verschiedene Variablen mit Indizes auf. Dabei steht der Index „MP“ für moderne Physik. Das „N“ steht für die Testung der Normalverteilung, das „t“ für den t-Test. Das „v“ steht jeweils für vorher, das „n“ für nachher. Die Zahlen im Index geben den ausgewerteten Block an. Wie bereits mit der Reliabilitätsanalyse durch das Cronbach Alpha festgestellt wurde, ist die innere Konsistenz gegeben und eine gemeinsame Auswertung der Blöcke möglich. Bei der Prüfung auf Normalverteilung wurde zunächst visuell die Häufigkeitsverteilung analysiert. Die Rohdaten sprechen nicht für eine Normalverteilung, weshalb der Wilcoxon Test für die Auswertung vorgesehen ist. Dadurch, dass auf einen Code im Fragebogen verzichtet wurde, konnten Prä- und Posttest allerdings nicht zuverlässig miteinander verknüpft werden. Dadurch ergab sich die Problematik, dass die einzelnen Scores der Prä- und Posttestungen nicht miteinander verglichen werden konnten, da dafür gepaarte Datensätze vorliegen müssen und relevant ist, in welche Richtung sich jeder einzelne Wert verändert. Trifft man eine falsche Zuordnung, werden die Ergebnisse verfälscht. Deshalb wurde für jeden Klassensatz ein Mittelwert des Scores von Block eins und zwei im Prä- und Posttest gebildet. Mithilfe dieses Mittelwertes konnte die Testung nur für eine kleine Stichprobe von $n = 8$ durchgeführt werden. Mithilfe des Kolmogorov-Smirnov Anpassungstests (K-S Test) wurde auf Normalverteilung getestet. Der K-S Test ergab die folgenden Signifikanzen: $p_{MPN1v} = 0,996$, $p_{MPN2v} = 0,907$, $p_{MPN1n} = 0,975$ und $p_{MPN2n} = 0,826$. Diese Werte sprechen für eine Normalverteilung der gemittelten Daten. Deshalb wird für die letztendliche Auswertung der t-Test verwendet.

Für die Blöcke ergaben sich Signifikanzen von $p_{MPt1} = 0,428$ und $p_{MPt2} = 0,090$, was auf keinen signifikanten Unterschied hindeutet. Diese Ergebnisse werden unterstrichen, wenn die absolute Veränderung der Mittelwerte betrachtet wird. Für Block eins ist der Mittelwert vor der Unterrichtsstunde bei $m_{MP1v} = 15,14 \pm 0,46$, während dieser danach bei $m_{MP1n} = 14,93 \pm 0,46$ liegt. Der absolute Unterschied beträgt nur 0,21, was nicht einmal der Hälfte des Standardfehlers entspricht. Die Mittelwerte überlappen sich also innerhalb ihrer Fehlerbereiche und lassen sich deshalb nicht voneinander unterscheiden. Die geringe Standardabweichung von $s_{MP1v} = 1,30$ und $s_{MP1n} = 1,29$ spricht zusätzlich noch dafür, dass die SuS alle zu einem ähnlichen Ergebnis gekommen sind. Grundsätzlich konnte minimal ein Score von sechs erreicht werden, der maximale Wert beträgt 24. Ähnliche Werte liefert der zweite Block. Die Mittelwerte ($m_{MP2v} = 15,87 \pm 0,52$; $m_{MP2n} = 15,56 \pm 0,58$) ergeben wieder eine Abweichung, die den Fehlerbereich der Werte nicht überschreitet. Die Standardabweichungen $s_{MP2v} = 1,47$ und

$s_{MP2n} = 1,64$ zeigen, dass es eine geringe Streuung um den Mittelwert gibt, was zeigt, dass die SuS den Physikunterricht relativ einheitlich bewerten. Mögliche Werte der Scores aus Block zwei sind minimal 7 und maximal 28. Bei der Betrachtung von Mittelwert und Standardabweichung muss allerdings berücksichtigt werden, dass die analysierten Werte gemittelte Werte sind, bei denen starke Ausprägungen nicht direkt analysiert wurden.

Damit lässt sich für beide Blöcke die Nullhypothese H_0 nicht verwerfen und keine signifikante Veränderung innerhalb der Einstellung feststellen. Neben dem Einfluss der Mittelung der Werte auf die Analyse ist ebenfalls problematisch, dass die Anzahl der Stichprobe so stark verkleinert wurde und der Test so die Klassenstärke nicht berücksichtigt. In diesem Fall gibt es dabei aber durchaus Unterschiede, da die kleinste Klasse mit $n_{MP5} = 13$ nur knapp halb so stark ist wie die größte Klasse mit $n_{MP7} = 27$. Deshalb wurde über eine gewichtete Wiederholung des Tests nachgedacht, indem der Mittelwert entsprechend der Anzahl der Klassenstärke im Test berücksichtigt wird. So könnte der t-Test zwar mit $n_{MP} = 148$ wiederholt werden, doch dies würde eine starke Verfälschung der Messergebnisse verursachen. Wenn immer der gleiche Wert innerhalb des t-Tests verwendet wird, impliziert dies, dass genau die gleichen Werte von allen SuS in einer Klasse erreicht werden. Das würde zu einer höheren Signifikanz führen, die auf die genau gleichen Werte zurückzuführen wäre. Deshalb wird davon abgesehen, eine gewichtete Durchführung des t-Tests in die Analyse aufzunehmen.

Es lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, wie stark sich die Signifikanz erhöht hätte, wenn alle erhobenen Daten richtig zugeordnet ausgewertet hätten werden können. Doch durch die unterschiedlichen absoluten Entwicklungen der Scores erscheint das Ergebnis der Testung als nicht signifikant sinnvoll. Es lässt sich also sagen, dass die Vertretungsstunde weder den Score von Block eins noch von Block zwei signifikant verändert hat, sodass Rückschlüsse auf die Veränderung nicht zuverlässig zu treffen sind.

7.2.2 Häufigkeitsverteilungen

Für die Vertretungsstunde zum Thema moderne Physik werden Block eins und zwei des Prä- und Posttests in der Häufigkeitsverteilung miteinander verglichen, um zu analysieren, ob es eine Veränderung in den Einstellungen der SuS gab. Konkret soll die Forschungsfrage zwei beantwortet werden, in der herausgefunden werden soll, inwiefern sich die Einstellungen der SuS hinsichtlich der Nützlichkeit und Bedeutung der physikalischen Fachdisziplin sowie die Einstellungen zum Fach Physik und dem damit verbundenen Unterricht verändern. Dafür werden zunächst die Items einzeln thematisiert, bevor eine abschließende Bewertung vorgenommen wird.

Im ersten Block werden Einstellungen zum Inhalt der Unterrichtsstunde selbst erfragt. Diese zielen auf den ersten Teil der Forschungsfrage ab. Bei Item eins, zu finden in Abbildung 19, sollen

die SuS bewerten, ob die Fachwissenschaft Physik heutzutage neue Phänomene entdeckt. Eine große Mehrheit stimmt dieser Aussage bei beiden Tests zu. Völlige Zustimmung zeigen nach der Unterrichtsstunde 9,5 SuS mehr als vorher, allerdings in Verbindung mit einem Rückgang der einfachen Zustimmung um sechs. Insgesamt konnte demnach nur ein Zuwachs von drei SuS im Bereich der Zustimmung erreicht werden. Auf der anderen Seite ist eine Abnahme von 5,5 SuS für Ablehnung zu verzeichnen und eine Zunahme von starker Ablehnung von zwei SuS.

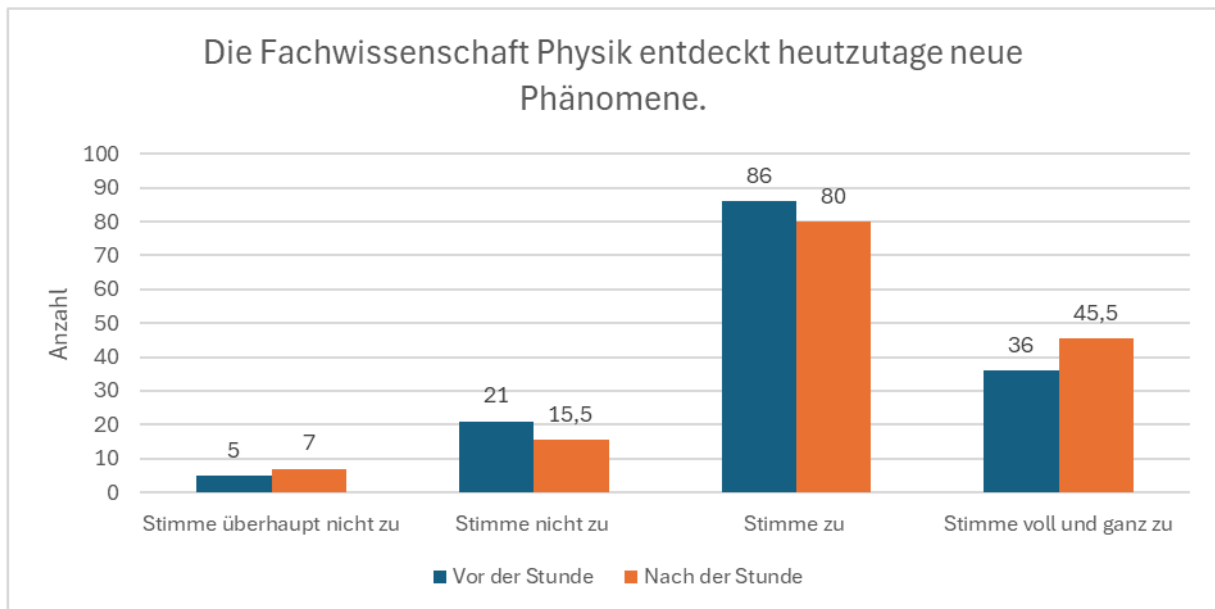


Abbildung 19: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1, Item 1

Das zweite Item, zu sehen in Abbildung 20, beschäftigt sich mit der Relevanz der Physik für den technischen Fortschritt. Dieser Aussage stimmte eine breite Mehrheit der SuS bereits vor der Unterrichtsstunde zu. Lediglich 14 SuS äußerten sich ablehnend gegenüber dieser Aussage. Durch die Unterrichtsstunde sollte dieser Eindruck normalerweise nicht stärker ins Negative gezogen werden. Dies ist allerdings die Entwicklung, die die Ergebnisse des Posttests zeigen. Der Anteil der SuS, die vor der Stunde voll und ganz zustimmten, hat sich fast halbiert. Zwar erhöht sich der Stimmanteil in dem Feld „Stimme zu“, aber nicht im gleichen Maße, sodass insgesamt 13 SuS mehr nach der Unterrichtsstunde der Aussage von Item zwei nicht zustimmen. Begründung dafür könnte sein, dass dies kein explizites Thema der Unterrichtsstunde war, es wurden also keine konkreten technischen Fortschritte, die auf der Astrophysik begründet sind, thematisiert. Dennoch trägt auch diese Fachrichtung zu dem technischen Fortschritt bei und ist sehr relevant (Deutsches Zentrum für Astrophysik 2022: 1). Fraglich ist allerdings, warum der Eindruck sich verstärkt hat, dass die Fachwissenschaft Physik für den technischen Fortschritt nicht relevant ist. Möglicherweise sollte dies im Rahmen der Überarbeitung der Unterrichtseinheit berücksichtigt werden und eine Thematisierung, beispielsweise bei den Statements, eingebaut werden, um zukünftig einer solchen Entwicklung vorbeugen zu können

und bestenfalls mehr SuS von der Bedeutung der Fachwissenschaft Physik für den technischen Fortschritt zu überzeugen.

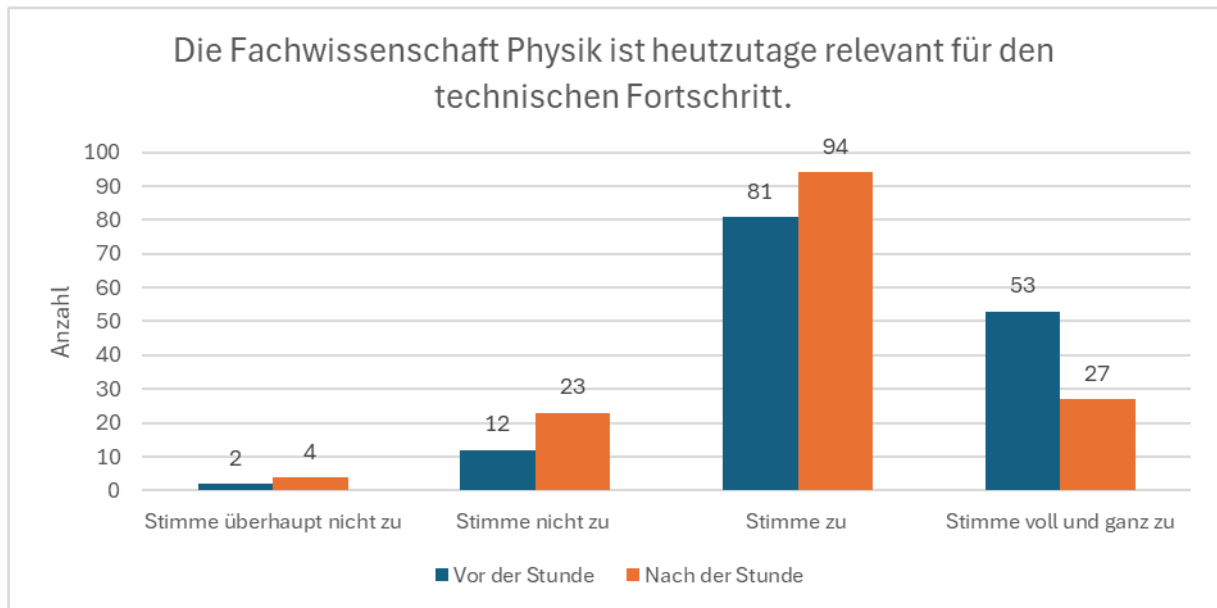


Abbildung 20: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1, Item 2

Das Item drei, „Im Physikunterricht lerne ich Dinge, die ich im Alltag gebrauchen kann“, zeigt lediglich minimale Verschiebungen von dem Feld „Stimme zu“ zu „Stimme überhaupt nicht zu“ auf, weshalb hier auf eine Darstellung verzichtet wird. Das Diagramm lässt sich im Anhang (Kapitel 11.4.1) finden. Diese minimale Verschiebung kann dadurch erklärt werden, dass die Erforschung der Objekte in der Unterrichtseinheit keinen direkten Alltagsbezug hergestellt hat. Es sollte ebenfalls überdacht werden, inwiefern dieser Aspekt in der Unterrichtsstunde Thematisierung finden kann.

„Im Physikunterricht geht es um aktuelle Themen“ ist das vierte Item, das in Abbildung 21 Verschiebungen in den Einstellungen darstellt. Während es kaum Unterschiede bei den SuS gibt, die entweder voll und ganz bzw. überhaupt nicht zustimmen, gibt es eine interessante Entwicklung in den beiden anderen Feldern. Dieses Item scheint nach der Unterrichtsstunde 8,5 SuS zusätzlich überzeugt zu haben, eine davon voll und ganz. Die Vermittlung, dass Forschende derzeit an verschiedenen Fragestellungen arbeiten, die historisch schon immer für die Menschheit interessant waren, beispielsweise die Frage nach unserer Herkunft (Müller 2015: 537), scheint für einige SuS in der Bewertung der Aktualität von Physikunterricht einen Unterschied gemacht zu haben. Insgesamt ist das Stimmungsbild aber geteilter Meinung, wobei die Mehrheit auch nach der Stunde noch davon überzeugt ist, dass es im Physikunterricht nicht um aktuelle Themen geht.

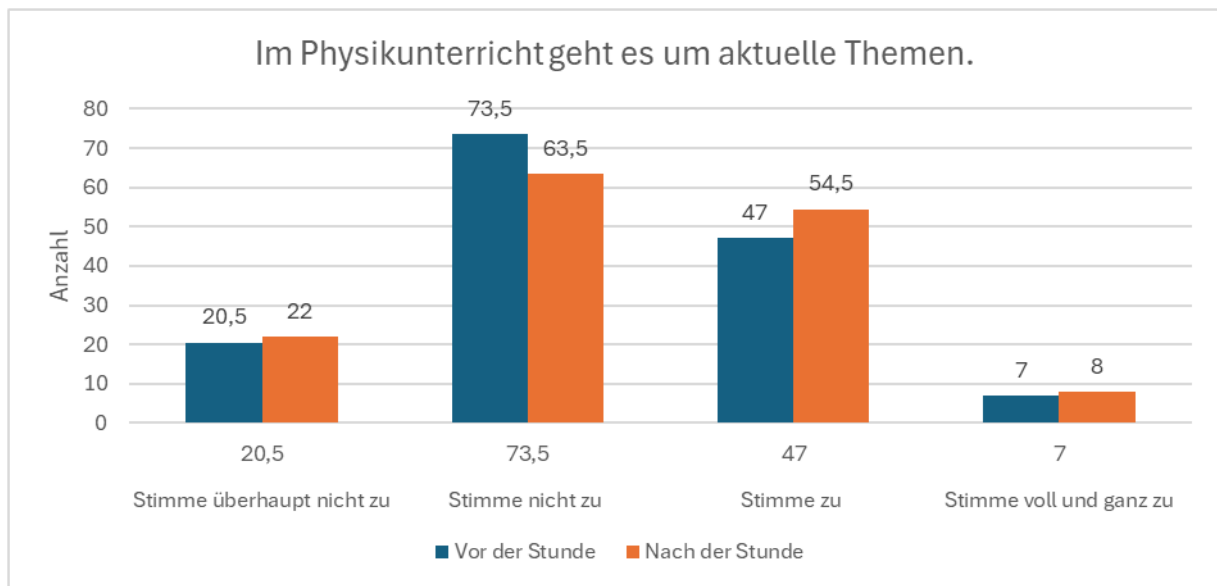


Abbildung 21: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1, Item 4

Inhaltlich gab es bei dem nächsten Item „Die Themen im Physikunterricht sind für mich nützlich“ kaum Veränderungen. Die einzige nennenswerte Verschiebung ist, dass nach der Stunde zusätzliche acht SuS dem Item überhaupt nicht zustimmen. Ähnlich ist es bei dem Item „Die Themen im Physikunterricht sind für das gesellschaftliche Zusammenleben von Bedeutung“. Es gibt nur sehr kleine Verschiebungen, die keine Rückschlüsse auf Veränderungen der Einstellungen zulassen. Die hier in der Analyse nicht gezeigten Diagramme lassen sich im Anhang (Kapitel 11.4.2 und 11.4.3) finden. Insgesamt lässt sich sagen, dass nur Item eins eine Entwicklung gezeigt hat, die die Vertretungsstunde auch verursachen sollte. Bei den anderen Items gab es entweder keine eindeutigen Entwicklungen oder aber eine Verschiebung, die durch den Unterricht nicht erreicht werden sollte. Die Nützlichkeit und Bedeutung der physikalischen Fachdisziplin konnte durch diese Vertretungsstunde nicht merklich gestärkt werden. Teilweise zeigen die Daten sogar das Gegenteil. Dies deckt sich mit den Daten, die aus dem Vergleich der Scores resultieren. Auch dort gab es keine klare Tendenz und keine Signifikanz. Die Stunde ist also nicht geeignet, um die gewünschte Veränderung herbeizuführen.

Neben den Einstellungen zu den Inhalten der Vertretungsstunde mit dem Thema moderne Physik, wurden auch die Einstellungen bezüglich des Physikunterrichts generell erhoben. Es wird überprüft, ob sich bei diesen Veränderungen bemerkbar machen. Beim ersten Item aus Block zwei geht es darum, ob der Physikunterricht Spaß macht. Nach der Stunde, wie in Abbildung 22 zu erkennen, lassen sich Verschiebungen hin zu einer größeren Ablehnung des Statements beobachten. Insgesamt zusätzliche sieben SuS sind danach ablehnend eingestellt. Dies ist zwar keine große Verschiebung, doch durch die klare Tendenz interessant und unerwartet, da

insgesamt nur 55 SuS in Block drei angegeben haben, dass ihnen die Vertretungsstunde keinen Spaß gemacht hat. Da diese Stunde aber auch als Kontrast wahrgenommen wurde, ist fraglich, ob die Stunde selbst zu dem Physikunterricht gezählt wurde und doch weniger SuS Spaß gemacht hat oder ob einzelne durch den Kontrast den herkömmlichen Unterricht als weniger spaßbringend wahrnehmen. Die Daten lassen eher auf den zweiten Erklärungsansatz schließen.

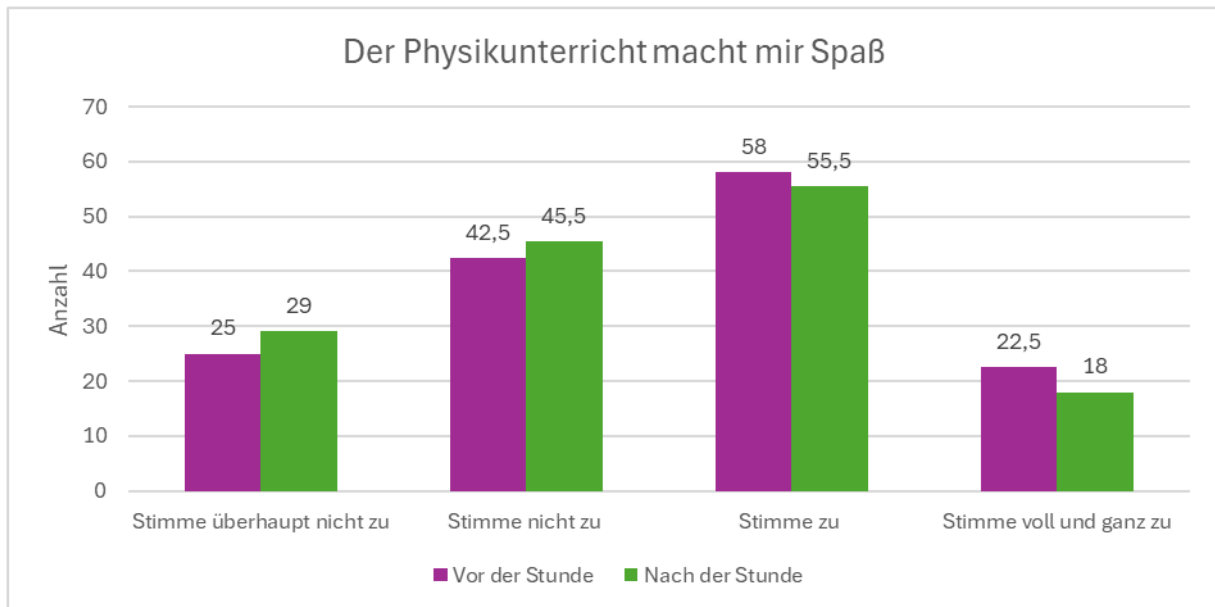


Abbildung 22: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2, Item 1

Auch im Hinblick auf das Interesse an Physik und physikalischer Forschung, welches in Abbildung 23 zu sehen ist, gab es eine Verschiebung hin zu dem Feld „Stimme überhaupt nicht zu“. Dort gibt es einen Zuwachs von 8,5 SuS. Nur die voll und ganz zustimmenden SuS blieben konstant, während die anderen beiden Felder abgenommen haben. Das Ziel, das Interesse insgesamt für die Disziplin Physik zu erhöhen, kann demnach nicht als erfolgreich angesehen werden.

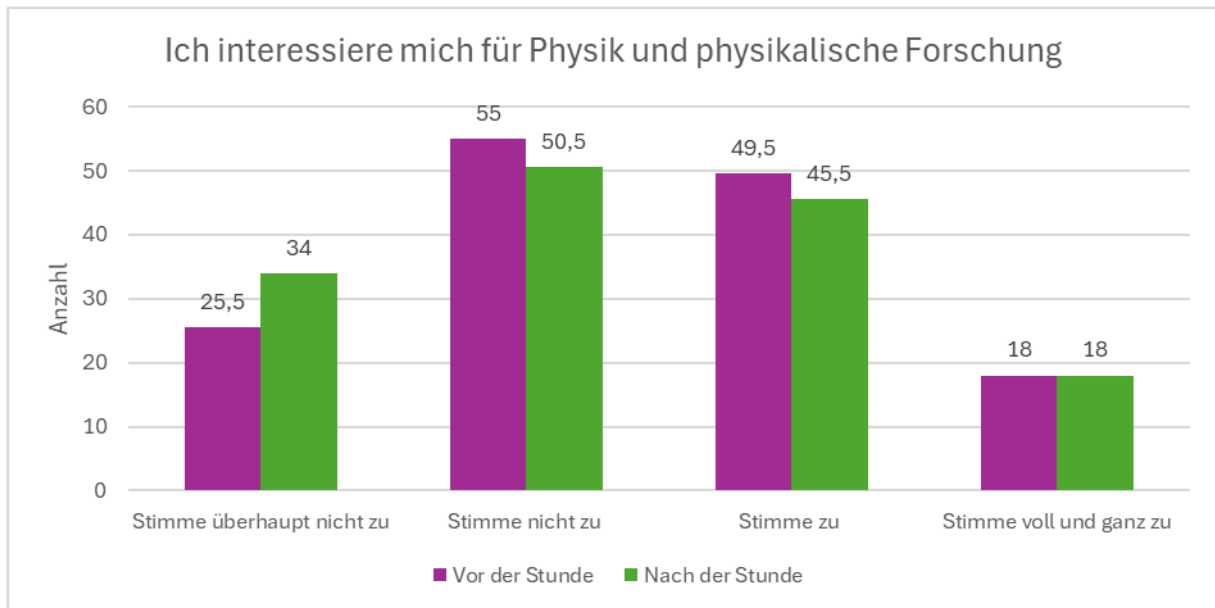


Abbildung 23: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2, Item 2

In der Tendenz gab es eine ähnliche Verschiebung für das Interesse an Technik, welches in Item drei abgefragt wurde und in Abbildung 24 gezeigt wird. 7,5 SuS wanderten von „Stimme voll und ganz zu“ zu dem Feld „Stimme zu“. Außerdem gaben sieben zusätzliche SuS nach der Stunde an, dass sie überhaupt nicht zustimmen. Diese SuS fehlten bei den nicht zustimmenden SuS. Dadurch ergibt sich, dass nach der Unterrichtsstunde das Interesse an Technik generell gesunken ist. Fraglich ist, warum sich diese Verschiebung ergeben hat, da die Vermittlung von Informationen über Galaxien, schwarze Löcher und Supernovae nicht direkt etwas mit dem Interesse an Technik von SuS zu tun hat. Dadurch, dass die Tendenz allerdings klar zu erkennen ist, ist unwahrscheinlich, dass diese durch zufällige Streuungen entstanden sind. Möglicherweise müsste die Technik, die in diesem Zuge präsent sein kann, auch mehr innerhalb der Unterrichtsstunde thematisiert werden, um dieser Entwicklung vorzubeugen. Ein anderer Erklärungsansatz fokussiert, dass die SuS in ihrem Alter noch nicht klar entscheiden können, ob sie sich für physikalische Forschung interessieren. Dadurch könnte möglicherweise eine Überforderung entstehen, die sich entsprechend der Ergebnisse auswirkt.

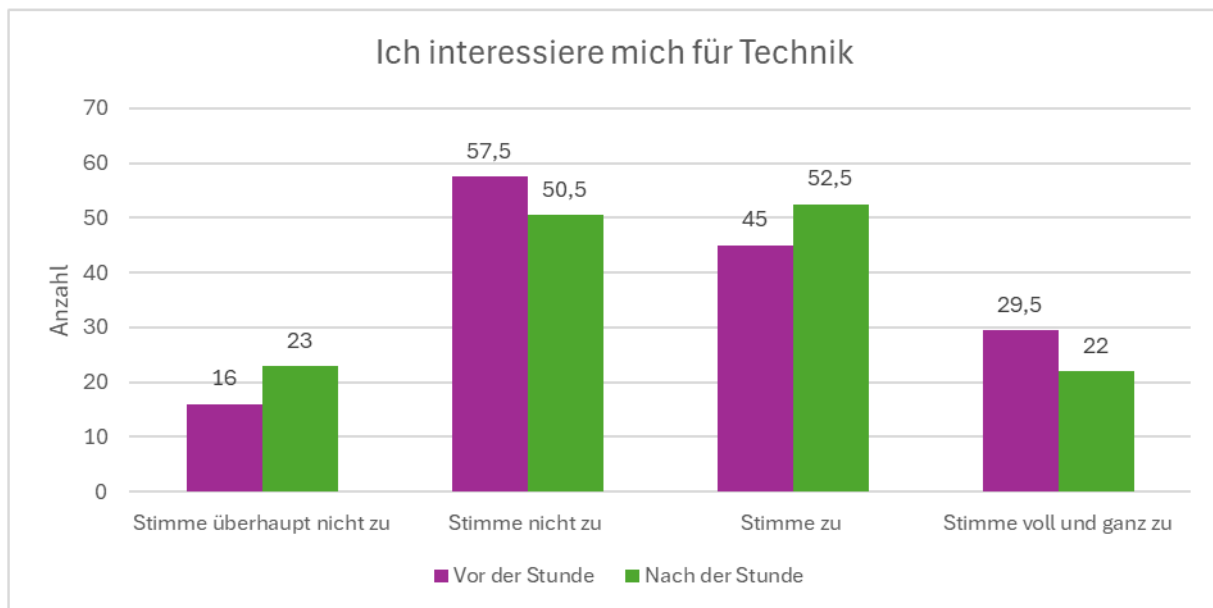


Abbildung 24: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2, Item 3

Bei den Items „Ich verstehe die Fachinhalte im Physikunterricht“ und „Über neue Entdeckungen aus der Physik informiere ich mich regelmäßig“ gibt es nahezu keine Verschiebungen. Die Unterrichtsstunde scheint hier keinen Einfluss auf die SuS zu haben. Die Items „Der Physikunterricht motiviert mich, mich auch in meiner Freizeit mit Physik zu beschäftigen“ und „Ich bespreche Inhalte aus dem Physikunterricht außerhalb der Schule mit meinen Freunden oder meiner Familie“ zeigen leichte Verschiebungen von SuS, die den Items erst nach der Unterrichtsstunde zugestimmt haben. Während sieben SuS mehr als zuvor angeben, dass sie der Physikunterricht motiviert, sich in ihrer Freizeit mit Physik zu beschäftigen, sind es 3 SuS mehr, die angeben, sich auch mit Freunden und Familie über den Physikunterricht auszutauschen. Hier gibt es allerdings auch vier SuS, die dieser Aussage weniger stark als vor der Unterrichtsstunde zustimmen. Die Veränderungen bei diesen beiden Items sind Veränderungen, die in ihrer Richtung so gewollt waren, allerdings eher gering ausfallen und deshalb nicht zu stark gewichtet werden können. Die zugehörigen Diagramme, die die Daten der Ergebnisse noch einmal genau aufzeigen, lassen sich im Anhang (Kapitel 11.4.4 bis 11.4.7) finden.

Insgesamt schafft es die Vertretungsstunde mit dem Thema moderne Physik nicht, die Einstellungen der SuS hinsichtlich des Fachs Physik positiv zu beeinflussen. Lediglich zwei Items lassen vermuten, dass eine Entwicklung in die beabsichtigte Richtung stattgefunden hat. Drei Items zeigen aber eine entgegengesetzte Entwicklung, die es bei der Überarbeitung der Unterrichtsstunde möglichst zu berücksichtigen gilt, um diese entsprechend zu verhindern und womöglich sogar umzukehren. Die übrigen Items zeigen keine Entwicklung, weshalb in der Gesamtheit keine klare Tendenz in der Entwicklung erkennbar ist, was wiederum mit den Ergebnissen aus dem t-Test übereinstimmt.

Dadurch lässt sich die Forschungsfrage zwei nicht eindeutig beantworten. Laut der Analyse der gesamten Scores, gibt es keine signifikanten Veränderungen. Die Entwicklungen sind teilweise gegenläufig, zeigen aber insgesamt keine starken Veränderungen. Tendenzen sind in beiden Blöcken eher in nicht beabsichtigte Richtungen erfolgt. Die Vertretungsstunde mit dem Thema moderne Physik konnte demnach die Einstellungen hinsichtlich der Nützlichkeit und Bedeutung der physikalischen Fachdisziplin sowie die Einstellungen zum Fach Physik und dem damit verbundenen Unterricht selbst nicht wie beabsichtigt verändern.

7.3 Forschende in der Naturwissenschaft

7.3.1 Vergleich der Scores

Für die Auswertung der Vertretungsstunde mit dem Thema Forschende in der Naturwissenschaft wurden neun Klassendatensätze erhoben. Im Verlauf dieser Auswertung tauchen verschiedene Variablen mit Indizes auf. Dabei steht der Index „F“ für Forschende in der Naturwissenschaft. Das „N“ steht für die Testung der Normalverteilung, das „t“ für den t-Test. Das „v“ steht jeweils für vorher, das „n“ für nachher. Die Zahlen im Index geben den ausgewerteten Block an. Für diese Auswertung konnte die Reliabilität bereits bestätigt werden, sodass die Scores für beide Blöcke in der Auswertung analysiert werden können. Die Normalverteilung wurde wieder visuell geprüft und konnte in den Rohdaten nicht festgestellt werden. Genau wie in der Vertretungsstunde zum Thema moderne Physik konnten die einzelnen Prä- und Posttestungen nicht miteinander verknüpft werden. Deshalb wurde auch in diesem Fall der Mittelwert des Scores für Block eins und zwei für jede Klasse gebildet. Diese Daten wurden mithilfe des K-S Tests auf Normalverteilung geprüft. Das Ergebnis ($p_{FN1v} = 0,659$, $p_{FN2v} = 0,984$, $p_{FN1n} = 0,791$, $p_{FN2n} = 0,931$) zeigt an, dass eine Normalverteilung der gemittelten Daten vorliegt, weshalb der t-Test für deren Analyse mit einem $n = 9$ durchgeführt wurde. Für Block eins ergab sich dabei eine Signifikanz von $p_{Ft1} = 0,001$. Da die Grenze für einen höchstsignifikanten Unterschied bei 0,001 liegt, ergibt sich ebendieser für Block eins. Dadurch kann die Nullhypothese H_0 zugunsten der Alternativhypothese H_2 verworfen werden. Die Scores für Block eins sind nach der Vertretungsstunde kleiner als zuvor, was eine Veränderung der Einstellungen bezüglich Forschenden Personen in der Naturwissenschaft hin zu einem realistischeren Bild bedeutet. Dies entspricht dem gewünschten Ergebnis. Berechnet man die Effektstärke, so erhält man einerseits das Cohens d mit $d = 1,292$ und den Korrelationskoeffizienten $r = 0,543$. Beide Maße deuten auf einen großen Effekt hin. Konkret beträgt der Mittelwert vor der Unterrichtseinheit $m_{F1v} = 12,67 \pm 0,24$ und verändert sich hin zu dem Wert $m_{F1n} = 11,72 \pm 0,25$. Dies entspricht einer Differenz von 0,95. Insgesamt konnte der Score den maximalen Wert von 24 erreichen, während der minimale Wert bei sechs liegt. Bewertet man den absoluten Wert des Scores, so stimmen die SuS den

Items insgesamt nicht zu. Die geringe Standardabweichung von $s_{F1v} = 0,72$ und $S_{F1n} = 0,75$ spricht zusätzlich noch dafür, dass hauptsächlich ähnliche Ergebnisse erzielt worden sind.

Im zweiten Block ergibt der t-Test eine Signifikanz von $p_{Ft2} = 0,266$, was nicht für einen signifikanten Unterschied spricht. Die Nullhypothese H_0 lässt sich deshalb für den zweiten Block nicht zugunsten der Alternativhypothese verwerfen. Auch diese Vertretungsstunde sorgte nicht für eine signifikante Veränderung bezüglich der Einstellungen zum Schulfach Physik. Konkret wurde der Mittelwert vor der Unterrichtsstunde $m_{F2v} = 13,21 \pm 0,31$ zu dem Wert $m_{F2n} = 12,85 \pm 0,35$ verringert. Die Differenz liegt mit 0,33 knapp genauso hoch, wie der Fehler der Werte. Dies passt zu dem Ergebnis, dass kein signifikanter Unterschied erkannt wird. Die ebenfalls geringe Standardabweichung von $s_{F1v} = 0,93$ und $s_{F2n} = 1,04$ spricht dafür, dass die SuS erneut ähnliche Ergebnisse erzielt haben.

Auch in diesem Fall wird aus den in Kapitel 7.2.1 beschriebenen Gründen davon abgesehen eine gewichtete Analyse vorzunehmen, obwohl es Unterschiede in der Klassenstärke gibt. Für die Vertretungsstunde zum Thema Forschende in der Naturwissenschaft kann eine Entwicklung in die beabsichtigte Richtung für Block eins nachgewiesen werden. Ob sich die Signifikanz durch eine Auswertung der größeren Stichprobe mit $n_F = 183$ verändert hätte, lässt sich nicht sagen, da die Auswertung Rohdaten aufgrund fehlender Zuordnung nicht möglich war.

7.3.2 Häufigkeitsverteilungen

Wie bereits mithilfe des t-Test herausgefunden, gab es eine signifikante Veränderung in den Einstellungen der SuS hinsichtlich der Stereotype von Wissenschaftler:innen. In allen Items ist die Stichprobengröße $n_F = 183$ erhoben worden. Im Folgenden sollen die relevantesten Veränderungen in den Einstellungen aufgezeigt werden. Die Items fragen Stereotype ab, die mithilfe des „Draw a Scientist“-Test ermittelt wurden. Grundsätzlich lässt sich nicht genau sagen, bei wie vielen SuS sich die Einstellungen in die eine oder andere Richtung verändert hat. Dies wäre nur durch eine Zuordnung der Prä- und Posttests zueinander möglich. Durch die Häufigkeitsverteilung sollen aber auch keine einzelnen Entwicklungen analysiert werden, sondern lediglich die Veränderung des Gesamtbildes. Dies lässt sich auch ohne die Zuordnung gut umsetzen.

Im ersten Item wurde abgefragt, ob Forschende hauptsächlich allein arbeiten. In Abbildung 25 lässt sich die Entwicklung der diesbezüglichen Einstellungen sehen. Auffällig ist, dass nach der Stunde doppelt so viele SuS der Ansicht sind, dass dies überhaupt nicht stimmt. Insgesamt kreuzen auch weniger SuS die Aussage „Stimme nicht zu“ an, auch wenn nun drei SuS statt ursprünglich einer der Aussage voll und ganz zustimmen. Es gibt eine deutliche Verschiebung zugunsten eines realistischeren Bildes, dass Wissenschaftler:innen häufig im Team arbeiten müssen. Auch wenn die starke Mehrheit dieses Item ablehnend beantwortet, ist gut ein Fünftel

der SuS anderer Meinung. Dieser Anteil konnte lediglich um 4,5 SuS verkleinert werden, weshalb die Stunde für eine Überzeugung der zustimmenden SuS nicht ideal war. Zwar gibt es grundsätzlich Persönlichkeiten in der Wissenschaft, die es vorziehen alleine zu arbeiten, doch die Fähigkeit, mit anderen Wissenschaftler:innen zu kooperieren und zu diskutieren, bleibt eine tragende Säule der wissenschaftlichen Arbeit (Neuhauser 2015: 13). Möglicherweise wurden deshalb trotzdem Forschende nach der Stunde noch als allein arbeitend wahrgenommen und können die Angabe der zustimmenden SuS erklären. Dies wurde in der Station „Palette von Wissenschaftler:innen“ behandelt. Doch mit diesem Aspekt wurde auch die unabdingbare Teamfähigkeit von Wissenschaftler:innen thematisiert. Fraglich ist, warum der stärker betonte Aspekt trotzdem nicht in den Vordergrund gerückt ist.

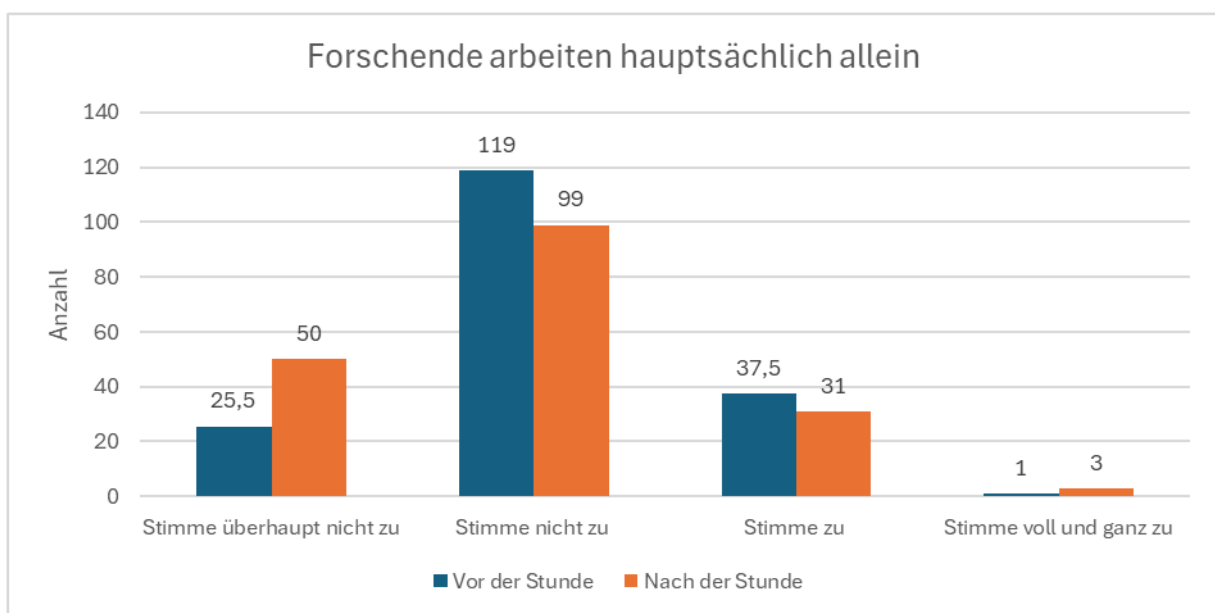


Abbildung 25: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 1, Item 1

Im zweiten Item mussten die SuS entscheiden, ob Forschende ihrer Meinung nach kaum am sozialen Leben teilnehmen. Auch hier ergab sich eine deutliche Verschiebung hin zu einem realistischeren Bild nach der Stunde, was Abbildung 26 erkennen lässt. Nach der Stunde stimmen der Aussage „Forschende nehmen kaum am sozialen Leben teil“ 15 SuS zusätzlich überhaupt nicht zu. Zwar kreuzen sieben SuS weniger „Stimme nicht zu“ an, doch dies ist mit der eben bereits erwähnten Verschiebung zu erklären. Insgesamt stimmen nach der Stunde der Aussage neun SuS weniger als zuvor zu. Die SuS haben durch die Unterrichtsstunde teilweise wahrgenommen, dass Forschende genauso am sozialen Leben teilnehmen wie andere Berufsgruppen.

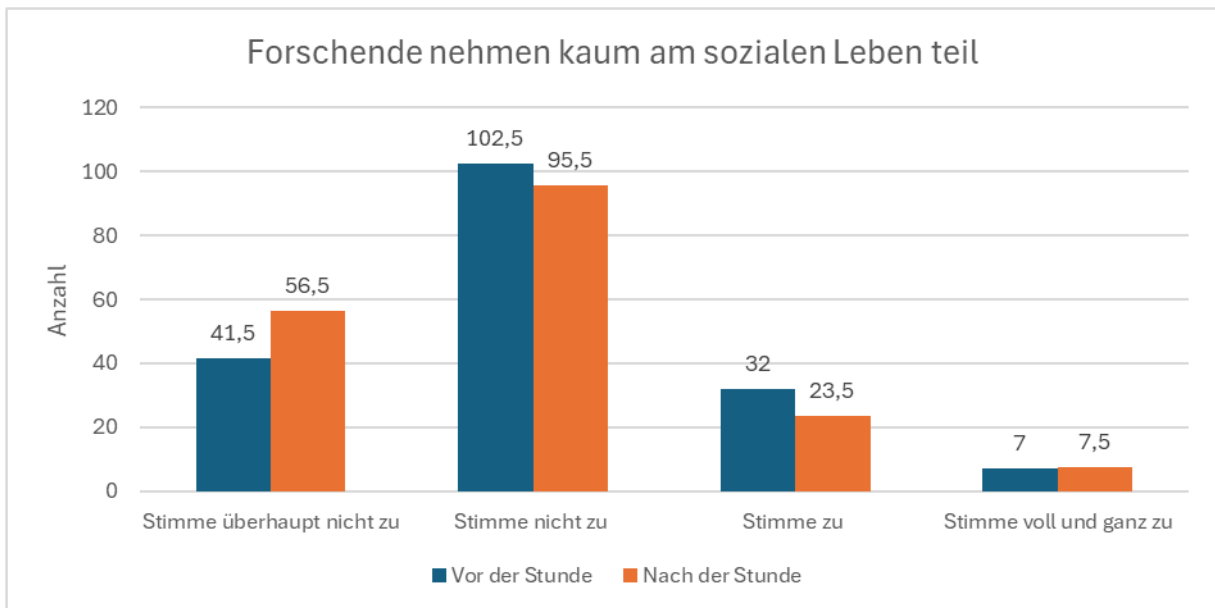


Abbildung 26: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 1, Item 2

„Forschende kümmern sich kaum um ihr äußeres Erscheinungsbild“ war das dritte Item, zu dem die SuS Stellung beziehen mussten. Abbildung 27 zeigt die entsprechenden Entwicklungen, die wieder eine Verschiebung in Richtung Ablehnung erkennen lassen. Nach der Unterrichtsstunde stimmten 15,5 SuS zusätzlich der Aussage überhaupt nicht mehr zu. Der Anteil, der dieser Aussage voll und ganz zustimmt, hat sich um sieben SuS verkleinert. Insgesamt überwiegt die Zunahme der ablehnenden SuS, auch wenn weniger Kreuze bei „Stimme nicht zu“ gesetzt wurden. Diese Abnahme lässt sich mit der starken Zunahme derjenigen, die überhaupt nicht zustimmen, erklären. Durch die Unterrichtsstunde konnte also ein weiteres Stereotyp in ein realistischeres Bild von Wissenschaftler:innen gewandelt werden.

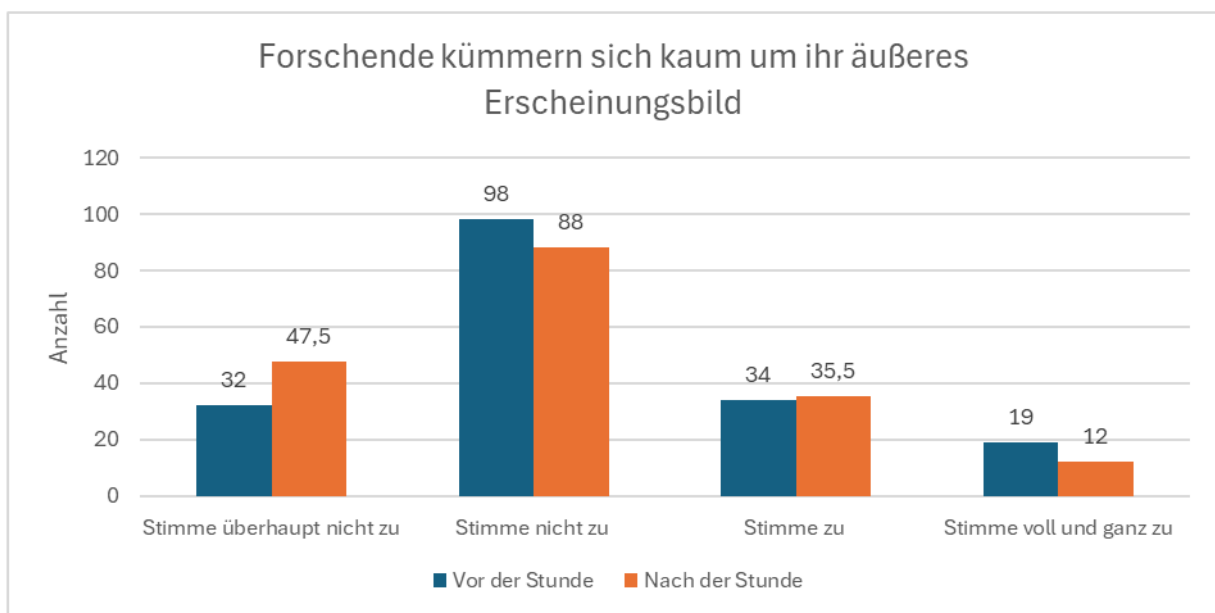


Abbildung 27: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 1, Item 3

Das Stereotyp, dass Wissenschaftler:innen hauptsächlich männlich sind, ist weit verbreitet. Der „Draw a Scientist“-Test sieht darin zwar Veränderungen, seit Wissenschaftlerinnen besser repräsentiert sind, doch insbesondere mit steigendem Alter hält sich diese Vorstellung laut Studienlage hartnäckig (Miller et al. 2018: 1949). Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen wider, die in Abbildung 28 abgebildet sind. Diesem Item stimmten die meisten SuS vor der Unterrichtsstunde zu, auch wenn die Mehrheit sich ablehnend zeigt. Die Vertretungsstunde konnte die Wahrnehmung der SuS in dieser Hinsicht beeinflussen, denn zusätzlich 34,5 SuS lehnen diese Aussage im Posttest ab. Diese Zunahme verteilt sich auf 22 zusätzliche Kreuze bei „Stimme nicht zu“ und 12,5 bei „Stimme überhaupt nicht zu“. Die SuS haben durch die Unterrichtsstunde wahrgenommen, dass Frauen ebenfalls in der Forschung arbeiten. Hier ließ sich die stärkste Veränderung hin zu einem realistischeren Bild von Wissenschaftler:innen wahrnehmen.

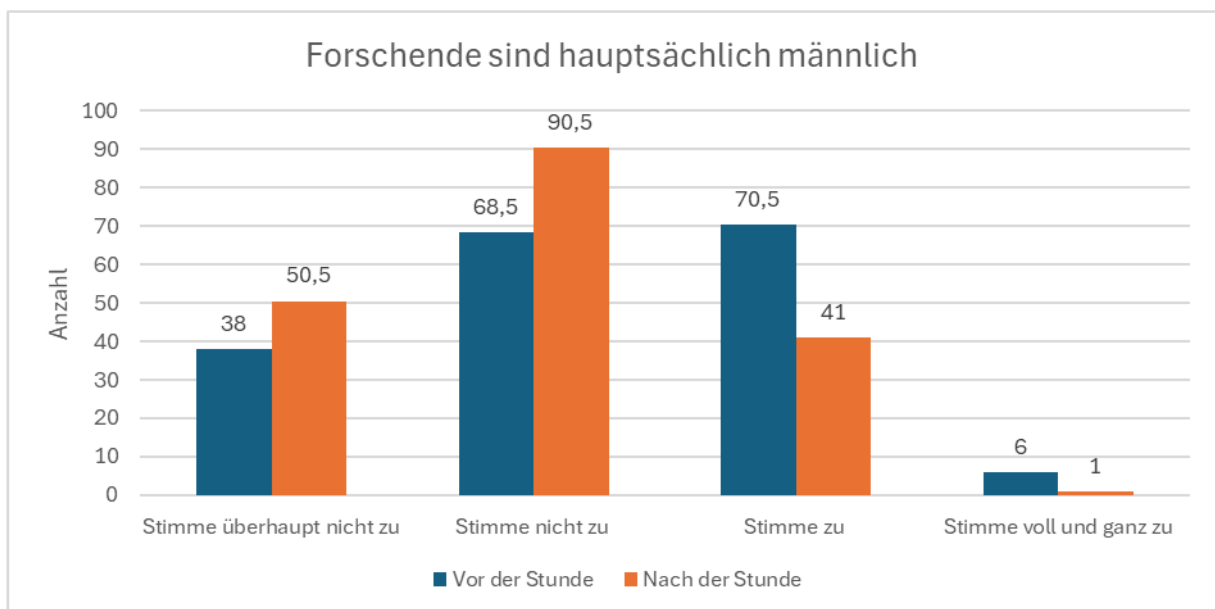


Abbildung 28: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 1, Item 4

Als nächstes wurde abgefragt, ob Wissenschaftler:innen unabhängig von den kulturellen Entwicklungen ihrer Zeit arbeiten. Die Verteilung der Einstellungen lässt sich in Abbildung 29 finden. Interessant ist, dass der Teil der SuS, der der Aussage nicht zustimmt, gleich groß geblieben ist. Trotzdem gab es eine Verschiebung von SuS, sodass die Aussage nach der Stunde insgesamt stärker abgelehnt wird. Insgesamt haben 17 SuS ihre Einstellung diesem Aspekt gegenüber verändert. Auch dies entspricht einem realistischeren Bild von Wissenschaftler:innen und ihrer Arbeit, da diese nicht unabhängig von kulturellen Entwicklungen arbeiten können.

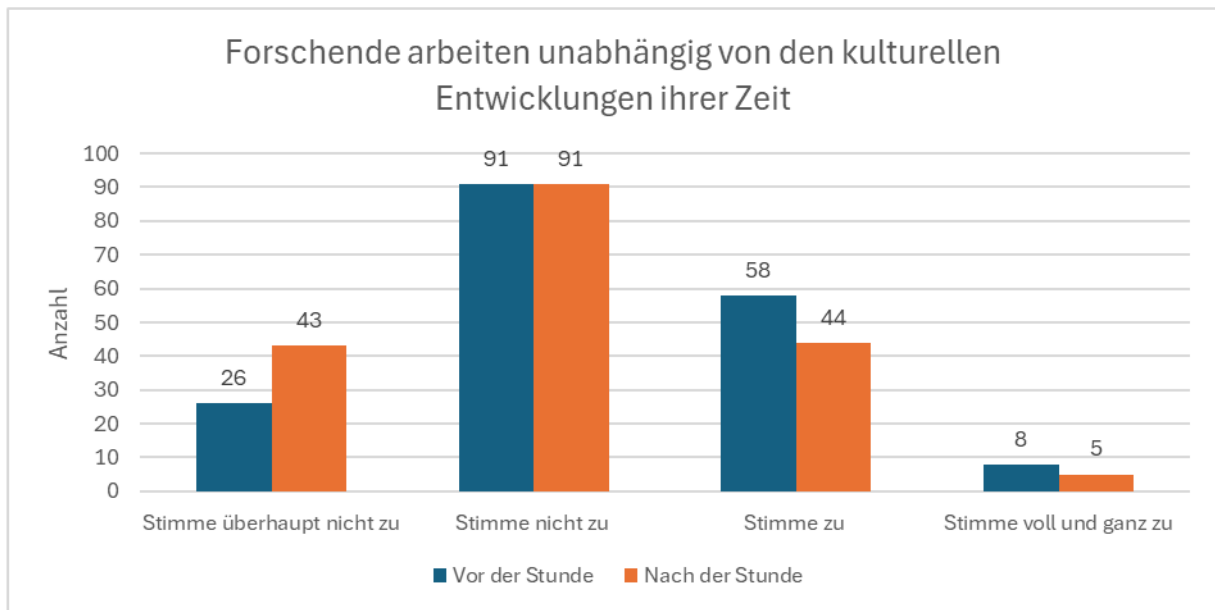


Abbildung 29: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 1, Item 5

Das letzte Item aus Block eins beschäftigte sich mit der Zusammenarbeit von Wissenschaftler:innen. Die Ergebnisse dazu lassen sich in Abbildung 30 finden. Hier ergibt sich keine klare Verschiebung wie bei den Items zuvor. Die Aussage „Forschende arbeiten nicht mit anderen Forschenden auf verschiedenen Ebenen miteinander zusammen“ erfährt nach der Vertretungsstunde einen Zuwachs von 6,5 SuS in der Ausprägung „Stimme überhaupt nicht zu“ wie das Material es nahelegt. Dieser Zuwachs geht aber einher mit einem Verlust von 10 Stimmen bei „Stimme nicht zu“. Gleichzeitig gibt es einen Zuwachs bei „Stimme zu“ von 9,5 SuS und eine Abnahme von 6 SuS bei „Stimme voll und ganz zu“. Diese Ergebnisse sind gegenläufig. Betrachtet man deshalb nur die Zustimmungswerte insgesamt, so ergibt sich, dass nach der Unterrichtsstunde 3,5 SuS zusätzlich der Aussage zustimmen. Dies entspricht nicht der beabsichtigten Entwicklung, da naturwissenschaftliche Forschung von Zusammenarbeit auf verschiedenen Ebenen geprägt ist (Neuhauser 2015: 11). Möglicherweise war die Formulierung „verschiedene Ebenen“ nicht klar genug gewählt, sodass die SuS keine klare Vorstellung davon hatten, was dies bedeutet. Hier konnte also keine klare Entwicklung hin zu einem realistischeren Bild von Forschenden in der Naturwissenschaft erreicht werden, auch wenn der Aussage in absoluten Zahlen die deutliche Mehrheit nicht zustimmt.

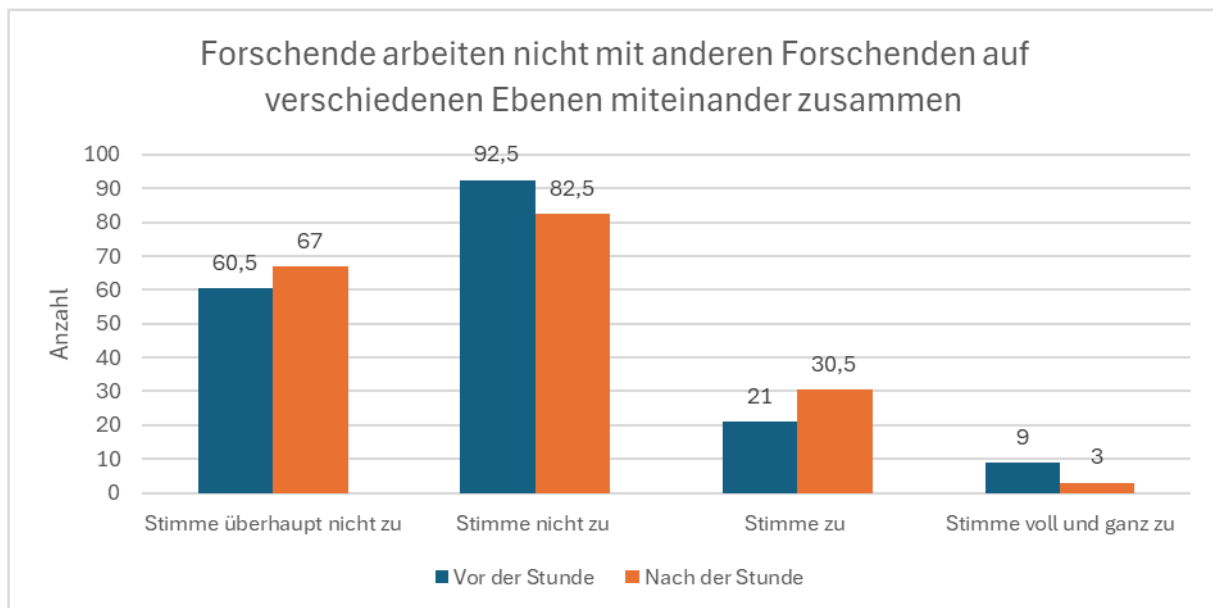


Abbildung 30: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 1, Item 6

Die Intervention in Form von der Vertretungsstunde kann sehr wahrscheinlich als Ursache für die Veränderung der Einstellungen angesehen werden. Die Testungen erfolgten unmittelbar vor und nach der Unterrichtsstunde, sodass andere Einflüsse unwahrscheinlich sind. Es lässt sich allerdings keine Aussage bezüglich der genauen Einflussfaktoren innerhalb des Klassenraums treffen. Ob der Input der Lehrkraft, eine bestimmte Station oder ein bestimmter Arbeitsauftrag die Veränderung angeregt hat, ist mithilfe einer quantitativen Erhebung nicht zu analysieren. Außerdem muss erwähnt werden, dass unklar ist, ob die Veränderung in den Einstellungen der SuS nachhaltig ist. Die Intervention war eine 90-minütige Vertretungsstunde, die nicht nochmal in anderen Unterrichtsstunden aufgegriffen wird. Interessant wäre, ob sich diese Veränderungen also auch noch nach einem längeren Zeitraum messen lassen oder ob die vorherigen Einstellungen so gefestigt sind, dass sie die Veränderungen rückgängig machen. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass den SuS die Stereotype im Alltag wieder begegnen und das Bild von Wissenschaftler:innen dadurch negativ beeinflussen. Um diese Fragen zu beantworten, wäre eine erneute Posttestung nach beispielsweise zwei Wochen notwendig gewesen (Theyßen 2014: 74). Ohne diese Daten lässt sich nicht eindeutig sagen, ob die Veränderungen in den Einstellungen nachhaltig sind. Allerdings lässt sich festhalten, dass eine Thematisierung und Aufarbeitung der Stereotype gewinnbringend ist. Diese Vertretungsstunde ist also durchaus für eine praktische Nutzung geeignet. Ohnehin freie Unterrichtskapazität kann genutzt werden, um den SuS ein realistischeres Bild von der Naturwissenschaft zu vermitteln. Die Forschungsfrage drei, inwiefern die Vertretungsstunde mit dem Thema Forschende in der Naturwissenschaft Stereotype und Vorurteile gegenüber Wissenschaftler:innen aufbrechen und entkräften und für ein realistischeres Bild von Wissenschaftler:innen sorgen kann, lässt sich also zumindest für

kurzfristige Auswirkungen beantworten. Die Vertretungsstunde schafft es, das Bild von Wissenschaftler:innen realistischer werden zu lassen und sorgt somit zumindest für eine kurzfristige Verschiebung bei den Einstellungen. Außerdem muss die Einschränkung gemacht werden, dass nicht alle SuS davon überzeugt wurden, dass die Stereotype nicht zutreffen. Nach wie vor ist ein kleiner Anteil der SuS davon überzeugt, dass Wissenschaftler:innen beispielsweise kaum am sozialen Leben teilnehmen. Deshalb lässt sich schlussfolgern, dass eine vollständige Aufarbeitung der Stereotype wahrscheinlich einen längeren Prozess benötigen würde, in dem die SuS von dem realistischen Bild von Wissenschaftler:innen überzeugt werden müssten.

Neben den Items zu den Inhalten der Vertretungsstunde in Block eins, wurden in Block zwei Items abgefragt, die die Einstellungen der SuS zum Physikunterricht generell abprüfen. Fraglich ist, ob es innerhalb dieser Daten ebenfalls Verschiebungen gibt, die für die Entwicklung eines positiveren Bildes des Faches Physik sorgen. In Abbildung 31 wird das erste Item abgebildet. Die Frage, ob Physikunterricht Spaß macht, zeigt allerdings eine klare Entwicklung in die unbeabsichtigte Richtung. 13 SuS mehr stimmen überhaupt nicht zu. Möglicherweise ist hier wieder der Kontrast verantwortlich, der dafür sorgt, dass sich einige SuS eher andere Inhalte im Physikunterricht wünschen. Diese Vermutung kommt auf, da die SuS die Stunde an sich mehrheitlich positiv bewertet haben. Gleichzeitig kann es auch sein, dass SuS, die den herkömmlichen Physikunterricht besser finden, sich nach dieser andersartigen Stunde dazu entschlossen haben den Physikunterricht so zu bewerten, dass er keinen Spaß macht. Dies sind allerdings erneut nur Mutmaßungen. Insgesamt ist das Stimmungsbild aber sehr ausgeglichen, sodass jeweils ungefähr die Hälfte aller SuS die Aussage positiv bzw. negativ bewerten.

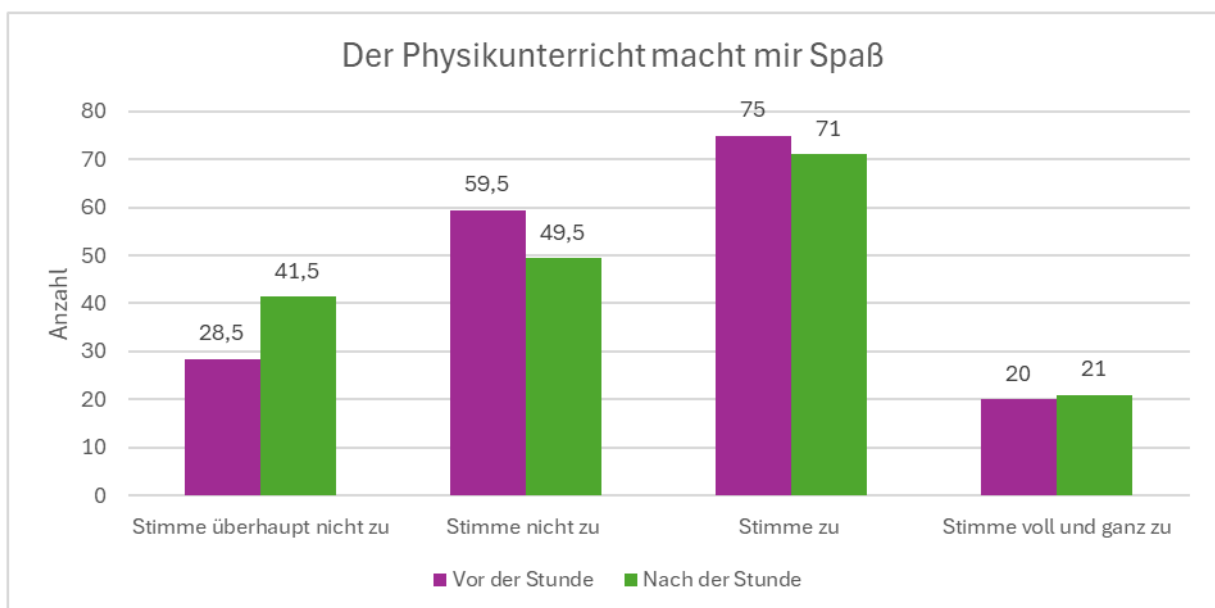


Abbildung 31: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 2, Item 1

Das Interesse am Schulfach Physik, in Abbildung 32 gezeigt, scheint bei den SuS ebenfalls gesunken zu sein. Zwölf SuS haben nach der Stunde zusätzlich angegeben, dass sie überhaupt

kein Interesse am Schulfach Physik haben. Ähnliche Erklärungsansätze wie schon bei der Abfrage nach dem Spaß am Unterrichtsfach Physik können hier herangezogen werden. Ebenfalls ist die Zustimmung und Ablehnung der SuS wieder ungefähr ausgeglichen.

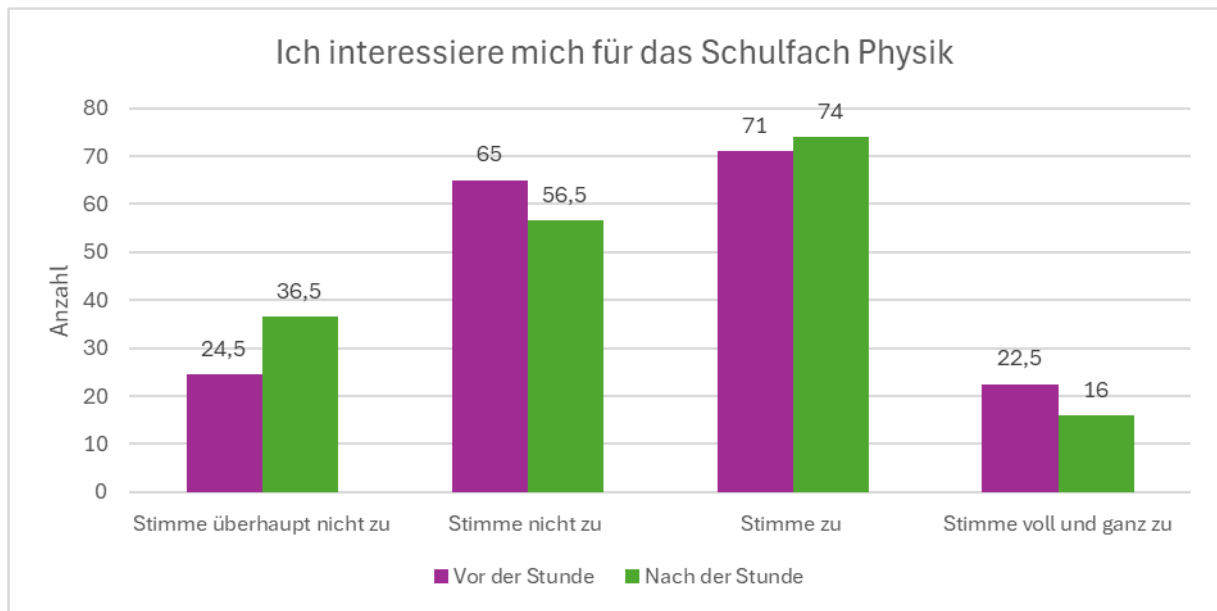


Abbildung 32: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 2, Item 2

Bei der Frage, ob sich die SuS auch in ihrer Freizeit mit dem Thema Physik und Wissenschaft beschäftigen, ist die Entwicklung etwas interessanter. Die zugehörige Abbildung 33 zeigt diese genau. Zwar hat der Anteil, der der Aussage zustimmt an Stärke verloren, doch gleichzeitig hat auch das Feld der SuS, die überhaupt nicht zustimmen, mit 9,5 SuS abgenommen. Der starke Zuwachs entsteht dementsprechend bei den SuS, die nicht zustimmen. 19,5 SuS haben sich nach der Unterrichtsstunde zusätzlich für diese Option entschieden. Die Entwicklungstendenz ist demnach in Richtung Ablehnung. Insgesamt scheinen sich die SuS kaum für Physik und Wissenschaft in ihrer Freizeit begeistern zu können. Nur wenige SuS stimmen zu. Fraglich ist, warum sich diese Tendenzen noch verstärkt haben, da in der Unterrichtsstunde selbst keine fachwissenschaftlichen Inhalte über Physik behandelt worden sind. Möglicherweise wurde in der Wahrnehmung der SuS der Inhaltsbereich von Physik durch die behandelten Stereotype allerdings erweitert, sodass sie diese Inhalte als weitere wahrnehmen, über die sie in ihrer Freizeit nicht großartig nachdenken. Dies ist allerdings lediglich Spekulation.

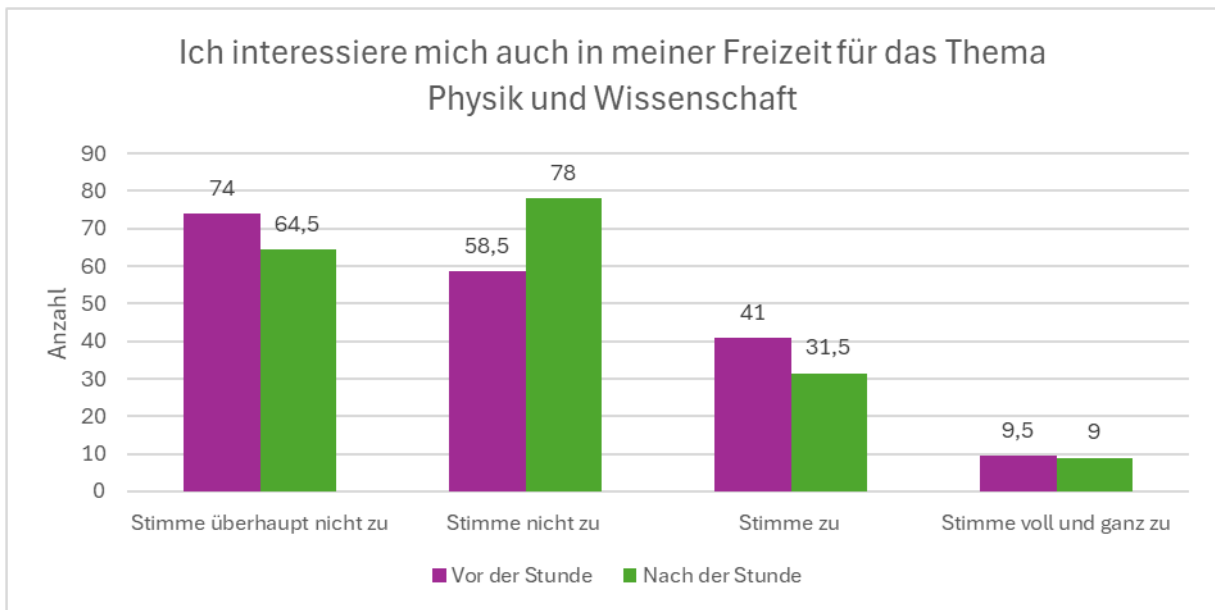


Abbildung 33: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 2, Item 4

Ob die SuS nach eigenen Angaben die Fachinhalte des Physikunterrichts verstehen, zeigt Abbildung 34. Hier gab es nach der Unterrichtsstunde ebenfalls eine Verschiebung dahingehend, dass mehr SuS, insgesamt neun, die Fachinhalte nicht verstehen. Die große Mehrheit ist der Ansicht, dass sie die Fachinhalte versteht. Es muss allerdings erwähnt werden, dass die SuS sich bei diesem Item selbst einschätzen und die Wahrnehmung durchaus von den tatsächlichen fachlichen Fähigkeiten der SuS abweichen können. Wieder gilt, dass kein Fachwissen im Sinne des Lehrplans vermittelt wurde, weshalb fraglich ist, warum die SuS nach der Stunde weniger von ihren Fähigkeiten überzeugt sind.

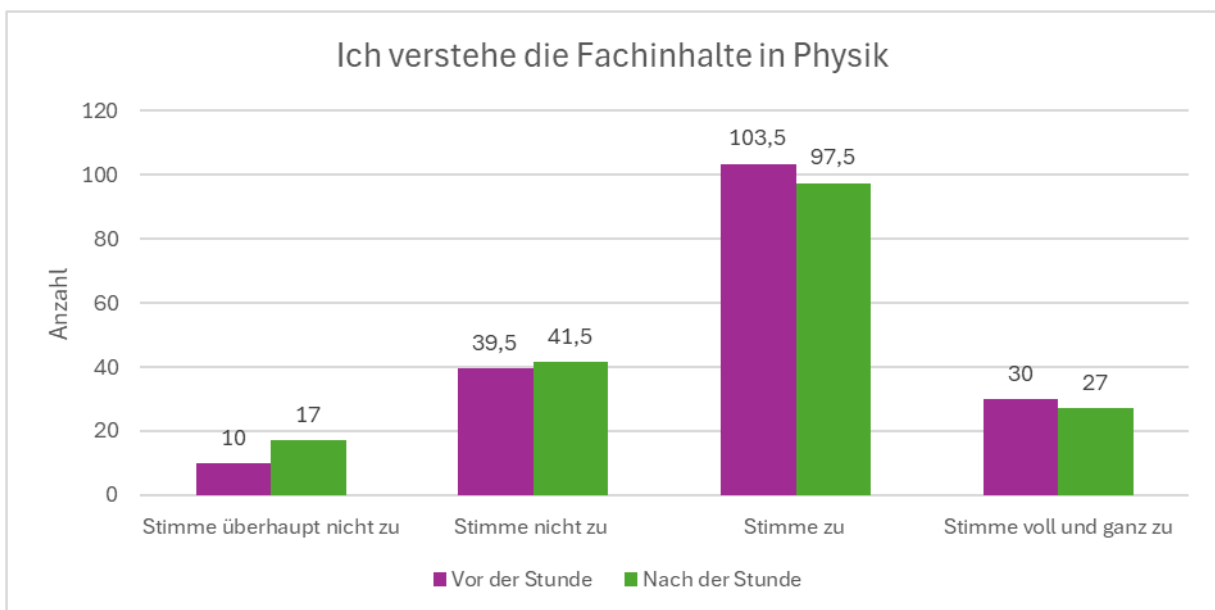


Abbildung 34: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 2, Item 3

Das in Abbildung 35 dargestellte fünfte Item fragt ab, ob die SuS mit ihren Freunden und ihrer Familie über Physik und Naturwissenschaften sprechen. Dabei gab es 7,5 SuS mehr, die sich

nach der Unterrichtsstunde für die Angabe „Stimme zu“ entschieden haben. Der Zuwachs entsteht aus beiden Richtungen, es gibt also sowohl weniger SuS in dem Feld „Stimme voll und ganz zu“ als auch bei „Stimme nicht zu“. Es entsteht also insgesamt ein Zuwachs, der möglicherweise darin begründet ist, dass den SuS durch den Unterricht bewusst geworden ist, was alles zu der Naturwissenschaft gehört. Insgesamt sprechen die SuS allerdings wenig über Physik und Naturwissenschaften mit ihrem sozialen Umfeld.

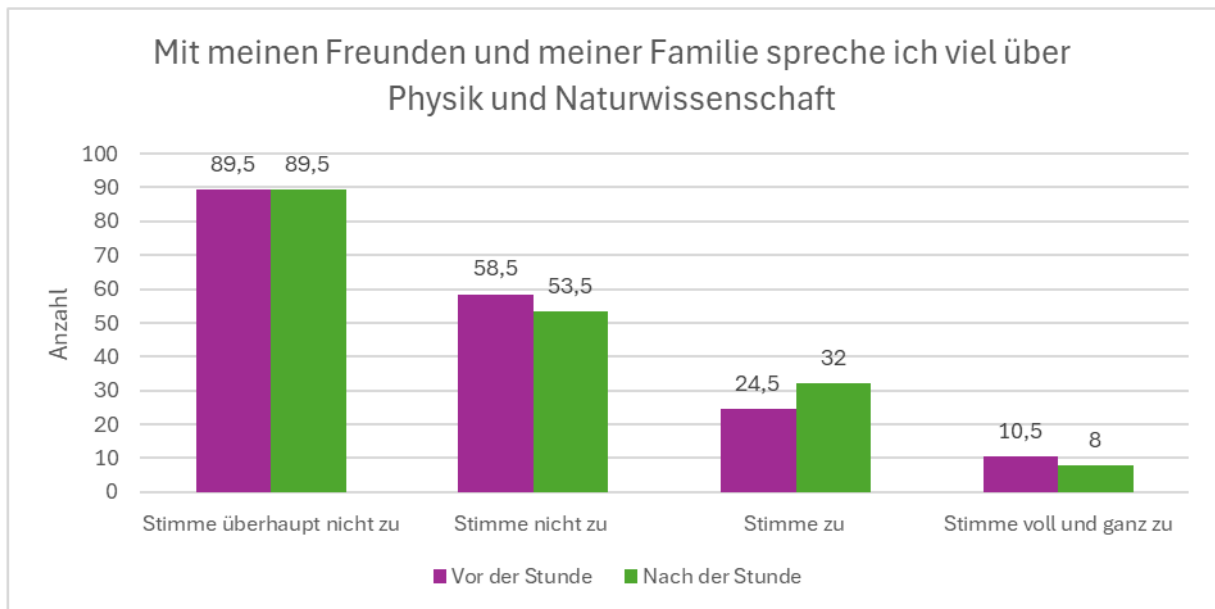


Abbildung 35: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 2, Item 5

Die Entwicklung der Einstellungen zum Physikunterricht generell sind eher entgegengesetzt zu den Erwartungen. Normalerweise wäre zu erwarten, dass es kaum Veränderungen gibt, da der Kontrast zu klassischem Physikunterricht von den SuS so stark eingeschätzt wurde. Bei Veränderungen sollte eher eine Entwicklung angesteuert werden, die das Bild der Fachwissenschaft Physik stärkt. Denn bei mehr als 40 % der SuS ist das Fach Physik unbeliebt. Mit diesem Wert ist das Fach Physik im Vergleich das unbeliebtteste (Fruböse 2010: 388). Daher ist es nicht verwunderlich, wenn beispielsweise die starke Mehrheit der SuS nicht über Physik in ihrem sozialen Umfeld sprechen (s. Abb. 35). Trotzdem sollte dafür gesorgt werden, dass solche Vertretungsstunden für ein positiveres Bild des Physikunterrichts werben. Dies ist bis zu einem gewissen Grad auch abhängig von den Lehrkräften, die den Physikunterricht vertreten. Um einen solchen Einfluss zu bewerten, wurde von den Lehrkräften abgefragt, ob sie das Fach Physik unterrichten. Für die Vertretungsstunde mit dem Thema Forschende in der Naturwissenschaft gab es eine Lehrkraft, die auch im Normalfall Physikunterricht gibt. Die Einstellungen bezüglich des Inhalts der Vertretungsstunde (Block eins) haben sich in der Klasse der Physiklehrkraft sehr deutlich in die beabsichtigte Richtung entwickelt. Bei der Wahrnehmung (Block zwei und drei) spiegelt sich allerdings das Bild, welches auch die gesamte Auswertung zeigt. Es gibt für diese Stunde also keine Hinweise darauf, dass eine Physiklehrkraft eine andere Entwicklung der

Einstellungen herbeiführen kann. Da es zusätzlich nur einen Klassendatensatz betrifft, können keine genauen Aussagen dazu getroffen werden.

Um die vierte Forschungsfrage, ob die SuS durch diese Vertretungsstunde eher eine berufliche Laufbahn innerhalb der Naturwissenschaft in Betracht ziehen, beantworten zu können, muss das letzte Item aus Block zwei näher betrachtet werden. Darin sollten die SuS beantworten, ob sie der Aussage „Später ziehe ich eine Karriere in der Naturwissenschaft in Erwägung“ zustimmen. Die Ergebnisse lassen sich in Abbildung 36 finden. Dabei lässt sich erkennen, dass es kaum Veränderungen gab, was darauf schließen lässt, dass die Stunde nicht geeignet ist, um für die Laufbahn innerhalb der Naturwissenschaft zu werben. SuS, die in den Extremen geantwortet haben, könnten bereits eine genaue Vorstellung davon besitzen, ob sie später im Feld der Naturwissenschaften arbeiten wollen oder nicht, während die mittleren Angaben sich noch eher unsicher sind. Außerdem ist auffällig, dass insgesamt nur wenige SuS überhaupt eine Karriere innerhalb der Naturwissenschaft in Betracht ziehen. Dies ist kein unerwartetes Ergebnis, doch es lässt sich sagen, dass anders als beabsichtigt, die Vertretungsstunde keinen positiven Effekt auf Überlegungen hinsichtlich einer naturwissenschaftlichen Karriere hatte. Die kleinere Verschiebung hin zu „Stimme nicht zu“ ist nach wie vor eine negative Einstellung bezüglich der Aussage und damit einer Karriere in der Naturwissenschaft. Fraglich ist, ob mit weiteren Projekten oder Informationsveranstaltungen Interesse an naturwissenschaftlichen Laufbahnen geweckt werden kann oder ob die SuS in ihrer Ansicht, selten eine entsprechende Karriere in Betracht zu ziehen, gefestigt sind (Düchs/Runge 2023: 34). Die Ergebnisse zeigen, dass eine Schulstunde keine ausreichende Zeit ist, um Einstellungen zu verändern, die für die SuS potenziell bedeutsam sind. Schon das letzte Item zeigt, dass die vierte Forschungsfrage mit Nein beantwortet werden muss. Auch die anderen Items aus Block zwei stärken die Erkenntnis, dass SuS durch die Stunde eine berufliche Laufbahn nicht eher in Betracht ziehen. Denn auch in anderen Bereichen konnte keine klare höhere Zustimmung für Interesse an Physik und Physikunterricht erkannt werden.

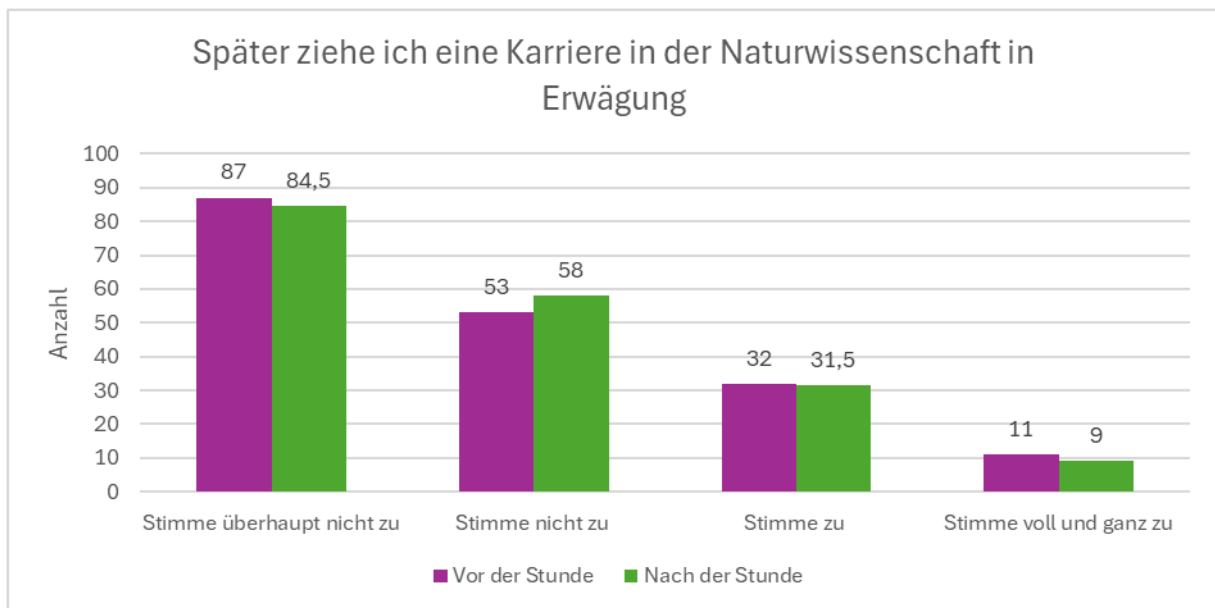


Abbildung 36: Ergebnis Prä- und Posttest F Block 2, Item 6

7.4 Limitation

Nachdem die Daten der Erhebung der Praxisphase ausgewertet wurden und die Forschungsfragen eins bis vier beantwortet worden sind, gibt es durchaus noch Aspekte hinsichtlich der Durchführung und Auswertung zu diskutieren. Diese Datenerhebung und -auswertung hatten aufgrund verschiedener Faktoren Limitationen.

Ursprünglich war geplant, dass die SuS auch ihre Note angeben sollen, damit analysiert werden kann, ob es bei bestimmten Notengruppen einerseits andere Verteilungen gibt und andererseits, ob stärkere und schwächere Entwicklungen wahrgenommen werden können. Allerdings gab es in jedem Klassensatz einige SuS, die dieses Feld nicht ausgefüllt haben. So gibt es keine vollständigen Datensätze, sodass eine Analyse nur bedingt aussagekräftig und deshalb nicht sinnvoll ist. Die Analyse der Noten der SuS in Bezug auf ihre Einstellungen und die Veränderungen wurde nicht durchgeführt.

Dadurch, dass bei jeder Durchführung der Vertretungsstunden auch Daten erhoben werden sollten und dafür nur ein Zeitfenster von fünf Wochen zur Verfügung stand, konnte die Situation der Vertretungsstunde nur bedingt simuliert werden. Die Durchführung fand durch Lehrkräfte statt, die die Stunde im Rahmen ihres eigenen Fachunterrichts in den Klassen durchgeführt haben. So sind die Mehrheit der Lehrer:innen zwar fachfremd gewesen, was einer Vertretung in Physik ähnlich ist, kannten aber die Klasse. Dies kann einen Unterschied hinsichtlich der Mitarbeit der SuS und der Möglichkeit, die Stunde nach Plan durchzuführen, machen. Zudem waren die SuS vorab nicht auf Physikunterricht eingestellt, was im Vertretungsunterricht auch nicht immer gegeben ist. Hier gibt es also einen Unterschied zum Realfall, der sich nicht

zwangsläufig negativ auswirkt. Diese Unterschiede zu herkömmlichen Vertretungssituationen von Physikunterricht müssen erwähnt werden, um die Ergebnisse entsprechend einzuordnen.

Es konnten innerhalb des Vergleichs von Prä- und Posttest nur Aussagen über das Gesamtergebnis getroffen werden. Dies war ursprünglich auch das Ziel, weshalb auf einen Code auf den Tests zwecks Zuordnung verzichtet wurde. Allerdings wäre eine Zuordnung hilfreich gewesen, um die Größe der Stichprobe bei den Auswertungsverfahren auszunutzen und dadurch möglicherweise noch bessere Aussagen hinsichtlich der Veränderung der Scores treffen zu können.

Zudem ist die Durchführungsobjektivität beeinträchtigt, weil verschiedene Lehrkräfte zwar die genau geplante Stunde gleich durchführen sollen, es in der Realität aber immer Abweichungen gibt, die möglicherweise auch einen Einfluss auf die Ergebnisse der Tests hatten. Es ist nicht sichergestellt, dass die SuS genau die gleiche Zeit und Ruhe für den Test hatten. Letztendlich ist ebenfalls möglich, dass einzelne Lehrkräfte etwas falsch verstanden haben und somit nicht zwangsläufig in jeder Hinsicht alle Ergebnisse richtig gesichert worden sind. Dies lässt sich nicht überprüfen, da von den Lehrkräften lediglich eine Rückmeldung per Fragebogen eingeholt wurde. Einzelne freie Rückmeldungen auf dem Lehrer:innenfragebogen, die im Rahmen der Überarbeitung des Unterrichtsmaterials noch genauer analysiert werden, lassen diese Vermutung allerdings aufkommen. Außerdem wurde es vorab versäumt, die Lehrkräfte darauf hinzuweisen, dass die SuS sich klar für ein Feld entscheiden sollen, da davon ausgegangen wurde, dass das Layout des Fragebogens dies klar von den SuS fordert. Unklar ist, ob einzelne Lehrkräfte den SuS möglicherweise auf die hypothetische Frage was zu tun sei, wenn man sich nicht entscheiden könne, geantwortet haben, ein Kreuz genau in die Mitte zu setzen. Das Kreuz für beide Antwortmöglichkeiten halb zu werten ist zwar eine gute Lösung für das Problem, allerdings haben sich so nur einige SuS die Antwortskala vergrößert. Es kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass SuS anders geantwortet hätten, wenn beispielsweise die neutrale Mitte als Option zu wählen gewesen wäre. Diese Beeinträchtigung der Objektivität sollte bei der Einordnung der Ergebnisse also berücksichtigt werden (Döring 2023: 46f).

Zudem sind die SuS, die den Fragebogen ausgefüllt haben, Jugendliche im Alter zwischen 13 und 16 Jahren. Daher muss berücksichtigt werden, dass nicht zwangsläufig alle SuS die Datenerhebung ernst genommen haben. Lustlosigkeit oder Desinteresse seitens der SuS kann nicht ausgeschlossen werden, vor allem da in Block eins und zwei die gleichen Items abgefragt wurden. Wenn die Lehrkräfte dann nicht erklärt haben, warum dies relevant ist, ist es möglich, dass ein Teil der SuS insbesondere beim Posttest die Kreuze gesetzt haben, ohne lange darüber nachzudenken. So gab es beispielsweise Tests bei denen immer das Feld - - angegeben worden

ist. Dies ist zwar tendenziell möglich, aber erscheint unwahrscheinlich, vor allem wenn vorab keine Tests in dieser deutlichen Ausprägung vorlagen.

Abschließend muss noch erwähnt werden, dass, wie bereits in Kapitel 7.3.2 angedeutet, fraglich ist, ob die Veränderungen der Einstellungen der SuS nachhaltig sind. Da zwischen Prä- und Posttestung nur eine Schulstunde liegt und keine erneute Testung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte, ist ungewiss, ob sich diese Veränderungen gefestigt haben oder nicht. Vor allem wenn tief verankerte Einstellungen adressiert werden, ist es schwer diese durch kurze Interventionen zu verändern. Deshalb waren entsprechende starke Veränderungen in den Einstellungen vorab kaum erwartbar und müssen in diesem Kontext betrachtet werden.

Auch wenn die Erhebung durch die beschriebenen Faktoren limitiert war, konnten trotzdem Daten gesammelt werden, mit denen die Ergebnisse sinnvoll diskutiert werden konnten. Die Gültigkeit der Ergebnisse sollte aufgrund dieser Faktoren allerdings zurückhaltend betrachtet werden. Es wären in Folge weitere Studien notwendig, in denen die Unsicherheiten möglichst beseitigt werden, indem einerseits der Code auf dem Fragebogen ergänzt wird und andererseits der Test digitalisiert wird. Dies würde garantieren, dass die SuS sich klar für eine Option entscheiden müssen und gleichzeitig dazu führen, dass sie nicht vergessen, beispielsweise das Feld der Physiknote auszufüllen, was zu einer Datenlücke geführt hat. Zusätzlich könnte darüber nachgedacht werden, dass per Beobachtungsfragebogen Daten gesammelt werden, die die Durchführung begleiten, um zu wissen, ob möglicherweise weniger Zeit bei SuS vorlag oder diese beispielsweise gar nicht mitgearbeitet haben. Dies würde eine Einordnung der Ergebnisse ermöglichen, gleichzeitig aber die Auswertungsobjektivität verringern. Möglicherweise muss in der Praxis um die Auswertungsobjektivität entsprechend hoch zu halten, eine Einschränkung in der Durchführungsobjektivität hingenommen werden, da es sich schließlich immer noch um eine praktische Durchführung in der Schule handelt, in der keine Unterrichtsstunde der anderen genau gleicht und auch das Verhalten der SuS nicht allumfassend analysiert werden kann. Bei erneuter Datenerhebung wäre dann zu prüfen, ob die gleichen Ergebnisse erzielt werden konnten oder ob es möglicherweise Unterschiede gab, welche andere Rückschlüsse erfordern. Eine zweite Posttestung nach ca. zwei Wochen wäre ebenfalls interessant.

8. Überarbeitung der Unterrichtsmaterialien

8.1 Moderne Physik

Im Rahmen der Durchführungen der Vertretungsstunden wurde jeweils auch eine Rückmeldung der Lehrkräfte erhoben. Es sollte herausgefunden werden, ob die Stunde sich dafür eignet, innerhalb von kurzer Vorbereitungszeit verstanden und erfolgreich durchgeführt zu werden. Dafür wurde von allen Lehrkräften ein Fragebogen ausgefüllt. Zunächst werden die Verteilungen der abgefragten Items analysiert. Danach wird auf die freien Antworten eingegangen. Darauf

aufbauend wird der Ablaufplan, das Arbeitsmaterial sowie das didaktische Begleitmaterial überarbeitet.

Für die Mehrheit der Lehrkräfte war der Ablauf der Stunde klar und nachvollziehbar. Nur eine der neun Lehrkräfte konnte dieser Aussage nicht zustimmen. Sechs Lehrkräfte wählten „Stimme zu“. Um diese Einordnung noch weiter in den Bereich der vollständigen Zustimmung zu verbessern, sollte noch an der Übersichtlichkeit des Ablaufplans gearbeitet werden. Ein besseres Ergebnis zeigt das inhaltliche Verständnis aller Teile der Unterrichtsstunde. Wieder ist es eine Lehrkraft, allerdings eine andere, die nicht zustimmt. Die restlichen acht Lehrkräfte stimmen je zur Hälfte zu und vollständig zu, was für eine hohe inhaltliche Qualität spricht. Alle Lehrkräfte fanden die didaktischen Kommentare hilfreich, sechs fanden diese besonders hilfreich. Dies unterstreicht die Relevanz von guten didaktischen Kommentaren. Auch die Musterlösung wurde von allen neun Lehrkräften gebraucht, von diesen gaben vier durch ihre volle Zustimmung einen starken Bedarf an den Musterlösungen an. Auf Rückfragen konnten allerdings nicht alle Lehrkräfte einwandfrei antworten. Einer gelang dies überhaupt nicht gut, vier anderen nicht gut. Eine Lehrkraft konnte gut antworten, drei hatten sogar keinerlei Probleme. Möglicherweise sollten die häufigsten Fragen antizipiert und in den didaktischen Kommentaren erwähnt werden. Damit werden nicht alle Fragen abgedeckt, doch so können zumindest Lehrkräfte, die etwas Zeit für die Vorbereitung der Stunde haben, sich besser auf Rückfragen vorbereiten. Möglicherweise ist es bei einzelnen sogar möglich, dass während des Unterrichts noch Antworten auf Fragen gefunden werden können. Für die Unterrichtsstunde ist die Frage, ob die Lehrkräfte Spaß bei der Durchführung hatten zwar nicht so relevant wie die anderen Items, trotzdem spricht Spaß bei der Durchführung eher dafür, dass die Vertretungsstunde von den Lehrkräften erneut motiviert durchgeführt wird. Die Mehrheit der Lehrkräfte (insgesamt sieben, davon zwei voll und ganz) hatte Spaß bei der Durchführung der Stunde, nur zwei verneinten dies. Auch der Aspekt, ob sich die Lehrkräfte während der Durchführung sicher gefühlt haben, kann möglicherweise einen Einfluss darauf haben, ob die Stunde erneut zur Anwendung kommt. Vier Lehrkräfte fühlten sich während der Durchführung nicht sicher. Somit fühlte sich mit den restlichen fünf (drei davon voll und ganz) zwar noch die Mehrheit der Lehrkräfte sicher, allerdings nur eine knappe. Die Materialien waren für sieben der Lehrkräfte (vier voll und ganz) einfach zu handhaben. Zwei Lehrer:innen stimmten dem nicht zu. Eine verbesserte Übersichtlichkeit könnte diese unterstützen. Die nächsten drei Items beschäftigen sich mit der Durchführung der einzelnen Phasen der Unterrichtsstunde. Der Einstieg konnte von drei Lehrkräften nicht problemlos durchgeführt werden, die Arbeitsphase und die Sicherung von vier. Somit konnte die Mehrheit der Lehrkräfte (Einstieg: drei stimmen zu, drei voll und ganz; Arbeitsphase: zwei stimmen zu, drei voll und ganz; Sicherung: drei stimmen zu, zwei voll und ganz) alle Phasen des Unterrichts gut durchführen, allerdings gibt es noch Potential

für Verbesserungen. Möglicherweise haben aber auch Dynamiken innerhalb der einzelnen Klassen oder den Vertretungsstunden Einfluss auf Durchführbarkeit der einzelnen Phasen. Trotzdem sollte das Arbeitsmaterial dahingehend verbessert werden. Hinsichtlich der benötigten Zeit für die einzelnen Phasen gibt es kein klares Bild. Drei Lehrkräfte stimmen zu, dass die eingeplante Zeit zu lang war. Die anderen sechs Lehrkräfte stimmen nicht zu und verteilen sich dabei je zur Hälfte auf die beiden Ausprägungen. Allerdings stimmen auch zwei Lehrkräfte überhaupt nicht zu, dass die Zeit zu kurz war. Insgesamt fünf Lehrkräfte sind aber der Ansicht, dass die eingeplante Zeit zu kurz war (drei stimmen zu, zwei voll und ganz). Demnach besteht die Tendenz, dass die eingeplante Zeit für die Einheit zu kurz war. Da dies aber nicht auf alle Durchführungen zutraf, ist das Material so zu überarbeiten, dass es optionale Aufgaben sowie didaktische Reserven gibt. So kann sichergestellt werden, dass alle Lehrkräfte individuell auf die Entwicklung in ihrer Vertretungsstunde eingehen können. Etwas nebensächlich ist dabei, ob die Lehrkräfte selbst durch die Durchführung der Stunde auch etwas Neues gelernt haben. Dieses Item wurde erhoben, um zu prüfen, ob die Lehrkräfte für sie unbekannte Fachinhalte vermittelt haben. Sechs der neun Lehrkräfte geben an, dass sie in dieser Stunde etwas Neues gelernt haben (drei stimmen zu, drei voll und ganz). Die restlichen drei Lehrkräfte scheinen sich mit dem Themengebiet bereits ausgekannt zu haben. Abschließend wurde erhoben, ob die Lehrkräfte diese Vertretungsstunde erneut durchführen würden, wenn sie in einer passenden Situation sind. Dies ist besonders relevant, da das Material letztlich nicht praxistauglich ist, wenn die Lehrkräfte es nicht erneut einsetzen würden. Erfreulicherweise stimmen fünf Lehrkräfte voll und ganz zu. Eine Lehrkraft stimmt immerhin noch zu. Auf der anderen Seite geben drei Lehrkräfte an, dass sie die Unterrichtsstunde nicht erneut verwenden würden. Eine Begründung wurde nicht abgefragt, wäre allerdings spannend, um zu prüfen, ob das Material verbessert werden muss oder ob es eine persönliche Abneigung ist, die dazu führt, dass Physikunterricht auch in entsprechenden Vertretungsstunden vermieden wird. Die gesammelten Ergebnisse der Items lassen sich im Anhang (Kapitel 11.5.1) finden.

Neben den Items wurden auch Verbesserungsvorschläge und Schüler:innenfragen eingeholt. Dabei konnten die Lehrkräfte frei antworten. In den Verbesserungsvorschlägen scheint der größte Bedarf bei dem Kreuzworträtsel zu liegen. Sechs Lehrkräfte äußerten sich zu diesem und merkten unter anderem die Qualität der Kopiervorlage an, da die grauen Felder für die Lösungswörter nicht erkennbar sind. Zudem wurde bemängelt, dass es keinen Hinweis gab, der die SuS darüber aufklärt, dass ein β in einem Kreuzworträtsel mit doppeltem s geschrieben wird, genauso wie die Buchstaben ä, ö und ü jeweils als ae, oe und ue geschrieben werden. Der Schwierigkeitsgrad wurde ebenfalls kritisiert, da einige SuS diesen als zu hoch empfunden haben. Das Kreuzworträtsel bedarf demnach einer Überarbeitung. Der zweite Aspekt, der häufiger benannt

wurde, ist der zeitliche. Wie bereits zuvor analysiert, scheint die eingeplante Zeit in mehreren Fällen nicht ausgereicht zu haben. Drei Lehrkräfte begründeten dies mit der zeitaufwendigen Gruppenbildung und Organisation zu Beginn der Stunde. Eine weitere Lehrkraft forderte eine Kürzung des Umfangs und didaktische Reserven. Dies sollte in der Überarbeitung also ebenfalls berücksichtigt werden. Die weiteren Verbesserungsvorschläge waren einzelne Erwähnungen, die aber nicht zwangsläufig Verbesserungsvorschläge waren. So wurde beispielsweise große Unruhe für eine erschwerte Durchführung in der 8./9. Stunde benannt oder dass das Verteilen von Zetteln zu Chaos geführt haben soll. Eine Lehrkraft beschrieb, dass nur wenige SuS mitgearbeitet haben, was aber kein konkreter Vorschlag ist. Auch die Verwendung des Gruppenpuzzles wurde kritisiert, da die Klasse diese Methode nicht kannte. Dieses Risiko war bekannt und es war klar, dass dies zu einem größeren Organisationsaufwand führen wird. Allerdings konnte die Vertretungsstunde dann dazu genutzt werden, um die Methode kennen zu lernen und trotzdem etwas über die Astrophysik zu lernen. Gerade für solche Fälle bieten sich optionale Ausstiege und didaktische Reserven an, um eine flexiblere Stundengestaltung zu ermöglichen. Ein weiterer Vorschlag sieht vor, dass die Anzahl der Quizfragen reduziert werden soll, die SuS dafür allerdings recherchieren und diskutieren sollen. Dadurch, dass sich die SuS dem Thema nur sehr oberflächlich nähern und nicht zwangsläufig Fachlehrkräfte in der Stunde anwesend sind, um Fragen, die bei tiefergehender Recherche möglicherweise auftauchen, zu beantworten, ist dies schwierig. Außerdem könnten sich falsche Informationen festsetzen, wenn fachfremde Lehrkräfte diese nicht einordnen können. Eine weitere Lehrkraft fragte, ob die Stunde inhaltlich zu dünn sein könnte. Dies muss akzeptiert werden, da mit fachfremden Lehrkräften eine tiefgehende Erarbeitung nicht möglich ist, vor allem wenn die Vorbereitungszeit der Stunde gering gehalten werden soll. Zudem wurde vorgeschlagen, dass die Zeitlimits für die einzelnen Phasen des Unterrichts in die Präsentation aufgenommen werden sollen. Dies ist grundsätzlich eine gute Idee, nimmt den Lehrkräften allerdings Spielraum in der eigenen Gestaltung des Unterrichts. Deshalb wird auf diese Ergänzung verzichtet. Die einzelnen Zeiten können auch an die Tafel geschrieben werden. So kann jede Lehrkraft eigenständig entscheiden, ob einzelne Phasen möglicherweise verlängert oder verkürzt werden sollen, vor allem im Verlauf der Unterrichtsstunde oder falls die Klasse möglicherweise bekannt ist und Kenntnisse über das Arbeitstempo der SuS vorliegen. Abschließend soll auch ein Lob für das ansprechend gestaltete Unterrichtsmaterial erwähnt werden, das eine Lehrkraft in diesem Feld platziert hat.

Neben den Verbesserungsvorschlägen wurde auch nach auffallenden Fragen der SuS gefragt. Dabei sind hauptsächlich Fragen zu Fachbegriffen aufgefallen. Diese sind die Masse, Supernova, schwarzes Loch, Phänomene sowie Materie. Außerdem wurden fachliche Fragen zu den Sternen gestellt. Wissenswert fanden die SuS, wie viele es innerhalb von 3000 Lichtjahren gibt, wie weit

der nächste entfernt ist und ob ein Stern sterben kann. Auch Fragen bezüglich der Strahlungsarten und der Ausdehnung des Universums wurden gestellt sowie die Frage nach weißen Löchern als Gegenteil zu schwarzen. Zum Gruppenpuzzle gab es organisatorische Fragen. In einer Klasse wurde häufiger gefragt, warum so etwas nicht in Physik gemacht werden kann. Dies lässt auf den Wunsch der Behandlung moderner Themen schließen. Dies ist aufgrund der fachlichen Komplexität der modernen Physik in der Mittelstufe allerdings nur bedingt möglich. Ein Teil dieser Fragen kann verwendet werden, um einige der häufigsten Fragen vorab für fachfremde Lehrkräfte zu beantworten und somit ein sichereres Gefühl bei der Durchführung zu erreichen.

Alle Rückmeldungen können im Anhang (Kapitel 11.5.1) noch einmal in einem Fragebogen für die Lehrkräfte eingesehen werden, in dem alle neun Rückmeldungen mit genauem Wortlaut aufgeführt sind. Außerdem lassen sich die überarbeiteten Materialien im Anhang (Kapitel 11.1 bis 11.2) finden. Dadurch, dass die Veränderungen in den folgenden Unterkapiteln genau beschrieben werden und es keine gravierende Abweichung gibt, wird davon abgesehen die in der Praxisphase verwendete Version in der Arbeit selbst zu zeigen, sie werden als digitaler Anhang zur Verfügung gestellt.

8.1.1 Ablaufplan

Bei der Überarbeitung des Ablaufplans war relevant, dass dieser trotzdem auf einer Seite bleibt, damit die Lehrkraft diesen immer leicht vollständig im Blick haben kann. Deshalb wurden neben Ergänzungen auch manche Teile in den Aktivitäten der Lehrkräfte und SuS gekürzt. Erklärungen, die aus Platzmangel ohnehin nicht ausführlich und vollständig sein konnten, wurden deshalb weggelassen. Dafür wurde ein Hinweis auf die ausführliche Erklärung in den didaktischen Begleitmaterialien hinzugefügt. Der Grundablauf sowie der zeitliche Rahmen der einzelnen Phasen bleibt bestehen. Allerdings wurden Hinweise bezüglich der optionalen Aufgaben gemacht, sodass es zwar keine optionalen Ausstiege aus der gesamten Unterrichtsstunde gibt, aber immerhin aus den einzelnen Aufgaben. So kann die Stunde zeitlich flexibel an verschiedene Gegebenheiten angepasst werden. Von einer zusätzlichen Reserve wird zunächst abgesehen, da die Stunde bisher nicht die Rückmeldung hervorgebracht hat, dass dies notwendig ist.

8.1.2 Arbeitsmaterial

Da das Kreuzworträtsel am häufigsten kritisiert wurde, war der Überarbeitungsbedarf bei diesem am größten. Die Felder wurden klarer gekennzeichnet und die Abbildung grundsätzlich vergrößert. Auch die Hinweise zu den Buchstaben ß, ö, ä und ü wurden eingearbeitet, sodass dadurch keine Unklarheiten mehr bestehen können. Außerdem wurde der Schwierigkeitsgrad bemängelt. Das Rätsel war als Herausforderung für die SuS gedacht, sodass der

Schwierigkeitsgrad grundsätzlich nicht verändert werden soll. Es werden zusätzlich Tippkarten für die 16 Rätselfragen erstellt. Dabei werden entweder Hinweise gegeben, wo die Information in dem Infotext zu finden ist oder es wird ein zweiter Hinweis aus einem anderen Kontext für das Lösungswort gegeben. So können auch leistungsschwächere SuS das Rätsel besser lösen. Die Lehrkräfte sollen in der Durchführung allerdings darauf achten, dass die Tippkarten für die Rätselfragen erst nach und nach ausgegeben werden, damit die SuS mithilfe der neuen Buchstaben noch einmal über die anderen Teile des Rätsels nachdenken.

Die restlichen Arbeitsblätter bleiben von dem Design und Inhalt so wie bisher. Die Textlänge wurde lobend erwähnt und es gab keine negative Rückmeldung bezüglich des Inhalts der Informationstexte. Deshalb kann dieser so bestehen bleiben. Die Zeit für die Aufgaben war teilweise knapp, vor allem wenn die Organisation der Gruppen länger gedauert hat als geplant. Deshalb sollen die Lehrkräfte die Möglichkeit haben nur die ersten beiden Aufgaben als verpflichtend aufzugeben, die dritte kann zu einer optionalen Aufgabe werden. Dies wird aber nicht auf dem Arbeitsblatt vermerkt, damit die Lehrkraft selbst entscheiden kann, ob diese Einschränkung notwendig wird. Ähnlich ist es mit den Gruppenaufgaben. Die erste soll in jedem Fall von allen Gruppen bearbeitet werden, Aufgabe zwei nur bei Bedarf. Auch in diesem Fall soll die Lehrkraft selbst entscheiden, ob die zeitliche Kapazität diese Einschränkung notwendig macht oder ob alle SuS beide Aufgaben bearbeiten können.

Der Steckbrief als Vorlage, um die SuS in der Arbeitsphase zu entlasten, wird ebenfalls beibehalten, da dort laut Rückmeldung kein Handlungsbedarf bestand.

Da das Gruppenpuzzle vor allem auch organisatorische Herausforderungen beinhaltet, soll die begleitende Präsentation erweitert werden. Die das Gruppenpuzzle erklärende Folie soll visuell ergänzt werden. So kann die Erklärung noch besser und schneller erfolgen, sodass Zeit für die Gruppenarbeiten im Gruppenpuzzle gespart wird. Die Abbildungen in der Präsentation ersetzen die Erklärung der Lehrkraft nicht, sondern unterstützen diese lediglich. Außerdem wurde ein Statement ergänzt, welches sich auf den technischen Fortschritt durch die Astrophysik bezieht. In dieser Hinsicht hatten sich die Einstellungen der SuS nach der Stunde verschlechtert, weshalb durch das Statement noch einmal darauf hingewiesen werden soll.

8.1.3 didaktische Begleitmaterialien

Die didaktischen Begleitmaterialien werden an einigen Stellen ergänzt. Für die detaillierten Beschreibungen des Ablaufes der Arbeitsphasen wird ergänzt, welche Arbeitsblätter konkret verwendet werden sowie welche Aufgaben als optional gestellt werden können. So soll den Lehrkräften mehr Sicherheit und eine bessere Übersicht über die Arbeitsphasen mit ihren Materialien gegeben werden. Für das Quiz wird zudem ergänzt, dass nicht alle Statements bearbeitet werden müssen, wenn die Zeit nicht ausreicht. Durch die Möglichkeit Aufgaben

optional zu stellen, soll erreicht werden, dass die Lehrkräfte die beschriebenen zeitlichen Probleme nicht mehr haben. Die Lehrkräfte müssen dadurch häufig prüfen, ob sie zeitlich noch in dem Orientierungsrahmen sind. Außerdem werden die aufgefallenen Fragen der SuS im Rahmen des Begleitmaterials thematisiert. Wenn diese Fragen häufig gestellt werden, entlastet es vor allem fachfremde Lehrkräfte, wenn Antworten auf diese bereits vorhanden sind. Außerdem kann so verhindert werden, dass falsche Rückmeldungen auf die Fragen der SuS gegeben werden.

8.2 Forschende in der Naturwissenschaft

Auch für die zweite Vertretungsstunde zum Thema Forschende in der Naturwissenschaft soll zunächst geprüft werden, wie die Lehrkräfte die Durchführung der Vertretungsstunde wahrgenommen haben. Auf Basis dessen erfolgt die Überarbeitung des Ablaufplans, des Arbeitsmaterials und der didaktischen Begleitmaterialien.

Der Ablauf der Stunde war für die Mehrheit der Lehrkräfte klar und nachvollziehbar. Fünf der neun Lehrkräfte stimmten voll und ganz zu, drei stimmten zu. Lediglich für eine Lehrkraft war der Ablauf nicht klar. Allerdings scheint es bei dieser Lehrkraft insgesamt zu mehreren Problemen bei der Durchführung gekommen zu sein, da eine Häufung negativer Rückmeldungen der Lehrkraft erahnen lassen, dass das Material für diese nicht verständlich, die Arbeitsphasen nicht gut durchführbar waren und die Lehrkraft sich selbst auch nicht sicher gefühlt hat. Im nächsten Item zeigt sich ein noch klareres Bild. Außer der eben benannten Lehrkraft sind alle der Ansicht, dass die einzelnen Teile inhaltlich nachvollziehbar waren. Sieben Lehrkräfte geben dies mit starker Zustimmung an. Die didaktischen Kommentare waren für alle Lehrkräfte hilfreich, für vier reichte es für eine starke Zustimmung. Die Musterlösung ist in dieser Vertretungsstunde wieder zum Einsatz gekommen, obwohl zwei Lehrkräfte diese überhaupt nicht gebraucht haben und eine weitere sie nicht gebraucht hat. Nur zwei stimmen voll und ganz zu, dass sie die Musterlösung gebraucht haben. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass dieses Thema keine fachlichen Aspekte der einzelnen Fachdisziplinen der Physik (wie beispielsweise Mechanik oder Thermodynamik) beinhaltet. Trotzdem wurde die Musterlösung von der Mehrheit der Lehrkräfte verwendet und bleibt deshalb relevant. Der soeben ausgeführte Erklärungsansatz ist möglicherweise auch der Grund dafür, dass insgesamt sieben Lehrkräfte keine Probleme hatten, auf Fragen der SuS zu antworten. Fünf der sieben sind davon voll und ganz überzeugt. Lediglich die restlichen zwei konnten auf die Fragen nicht so gut antworten. Die Mehrheit der Lehrkräfte hat sich während der Durchführung sicher gefühlt hat (nur eine Lehrkraft nicht, drei der übrigen acht voll und ganz) und hat außerdem Spaß gehabt (nur zwei Lehrkräfte nicht, drei der übrigen sieben voll und ganz). Beides führt möglicherweise dazu, dass die Lehrkräfte eher dazu neigen, die Vertretungsstunde noch einmal durchzuführen. Als nächstes Item wurde abgefragt, ob die

Materialien einfach verwendbar und verständlich waren. Erneut konnte dem Item eine Mehrheit von acht (drei vollständig) Lehrkräften zustimmen. Somit erschienen nur einer Lehrkraft die Materialien nicht verständlich und leicht verwendbar. Die nächsten Items beschäftigen sich mit den einzelnen Phasen. Bezüglich des Einstiegs gab es die beste Rückmeldung. Dieser konnte von allen Lehrkräften problemlos durchgeführt werden und kann deshalb so beibehalten werden. Acht der neun Lehrkräfte waren sogar voll und ganz überzeugt, was ein sehr gutes Ergebnis darstellt. Die Arbeitsphase und die Sicherung konnten im Vergleich weniger überzeugen. Die Arbeitsphase konnte von sechs Lehrkräften problemlos durchgeführt werden, von zweien gab es vollständige Zustimmung. Entsprechend gelang es drei Lehrkräften nicht die Arbeitsphase problemlos durchzuführen. Dies kann möglicherweise durch die Verbesserungsvorschläge genauer in den Blick genommen werden und in der Überarbeitung verbessert werden. Die Sicherung lief für sieben der neun Lehrkräfte problemlos, wobei davon nur eine voll und ganz überzeugt war. Hier gilt genauso wie in der Arbeitsphase, dass die Überarbeitung im Idealfall eine Verbesserung bewirkt. Bezüglich der Zeitplanung ergab sich ein klares Bild. Alle neun Lehrkräfte (fünf überhaupt nicht) stimmten nicht zu, dass die eingeplante Zeit zu lang war. Beim entsprechenden Gegenstück gaben fünf Lehrkräfte an, dass die Zeit zu kurz war. Vier Lehrkräfte haben angegeben, dass die Zeit auch nicht zu kurz war, was insgesamt auf ein gutes Timing in vier Durchführungen und auf eine zu knappe Zeit bei den anderen fünf schließen lässt. Daher sollten optionale Ausstiege oder Entlastungen geplant werden, um falls notwendig die Aufgaben zu kürzen und alles trotzdem rund abschließen zu können. Abschließend wurde noch erhoben, ob die Lehrkräfte selbst etwas Neues gelernt haben und ob sie die Stunde bei passendem Anlass erneut durchführen würden. Ersteres bejahen fünf der neun Lehrkräfte mit schlichter Zustimmung. Drei stimmen allerdings nicht zu, eine überhaupt nicht. Vermutlich scheint das Wissen um Stereotype bezüglich forschender Personen durchaus bei einigen der Lehrkräfte vorhanden zu sein. Wahrscheinlich konnte dies auch in vielen Fällen eine gute Durchführung der Stunde ermöglichen. Beim letzten Item bezüglich der Wiederverwendbarkeit geben erfreulicherweise fünf Lehrkräfte an, dass sie die Stunde erneut durchführen würden. Eine weitere ist sogar voll und ganz davon überzeugt. Lediglich die letzten drei Lehrkräfte konnten nicht von der Stunde überzeugt werden und sehen von einer erneuten Durchführung eher ab. Insgesamt ist dies aber eine gute Rückmeldung zur Stunde. Mehrheitlich konnten die einzelnen Phasen erfolgreich durchgeführt werden, die Lehrkräfte haben den Ablauf und die Inhalte verstanden und lehnen eine erneute Durchführung nicht ab. Es gilt mit der Überarbeitung die wenigen negativen Rückmeldungen für die Zukunft möglichst zu vermeiden.

Um dies bestmöglich zu erreichen, wird geprüft, welche Verbesserungsvorschläge die Lehrkräfte haben und welche Fragen die SuS beschäftigt haben. Bei den Verbesserungsvorschlägen wird vor

allem die Zeitplanung angesprochen. Vier Lehrkräfte merken in Abwandlung an, dass die Zeit knapp war und möglicherweise die Aufgaben gekürzt werden sollten, um beispielsweise mehr Zeit für die Sicherung zu haben. Der zweite Punkt, der von mehreren Lehrkräften bemerkt wurde, in diesem Fall drei, ist, dass der Link zum Video, welches die erste Gruppe für die Bearbeitung der Aufgaben braucht, nicht funktioniert. Bei nachträglicher Prüfung ist aufgefallen, dass lediglich die Weiterleitung nicht funktioniert. Wird der Link eingegeben, so lässt sich das Video normal abrufen. Dies bedarf eines Hinweises und einer Korrektur. Außerdem wurde von einer Lehrkraft insgesamt mehr Abwechslung gefordert, eine andere fordert altersgerechteres Material aufgrund einer zu großen Distanz zu den Personen. Allerdings ist der Sinn der verschiedenen Gruppen, dass auf unterschiedlichen Wegen die gleichen Erkenntnisse gesammelt werden und das eben von Wissenschaftler:innen, die in ihrem Beruf arbeiten. Mehr Abwechslung und eine Veränderung der Personen hin zu einem bestimmten Kriterium entspricht nicht dem angestrebten Ziel der Stunde. Weitere hilfreiche Verbesserungsvorschläge wurden hinsichtlich der Präsentation gemacht. Dabei soll die Studienlage bezüglich des „Draw a Scientist“-Test auf den Folien ergänzt werden. Dies wurde im Vorfeld bereits überlegt und es wurde aufgrund der Befürchtung, dass die SuS die Stereotype weiter festigen, da sie sie immer wieder lesen, davon abgesehen. Allerdings sollen die SuS mit diesen arbeiten. Es wurde aufgrund der Studienlage davon ausgegangen, dass diese ohnehin gefestigt sind und nicht wiederholt werden brauchen. Da dieser Bedarf anscheinend vorhanden ist, muss dies berücksichtigt werden und eine Lösung gefunden werden. Zudem wurden mehr Hinweise erbeten, die beispielsweise erklären, dass im Quiz zu Beginn die Auflösung beim nächsten Klick erscheint oder ein Hinweis wo die Studienlage bezüglich der „Draw a Scientist“-Testergebnisse zu finden sind. Diese Anmerkungen lassen sich umsetzen und zeigen, dass die Übersichtlichkeit des Ablaufplans und des didaktischen Begleitmaterials noch verbessert werden sollte, vor allem da so viele verschiedene Arbeitsblätter zum Einsatz kommen. Nicht erwähnt werden Vorschläge, die keinen allgemeinen Nutzen haben, beispielsweise Anmerkungen zu der Schülergruppe.

Neben den Verbesserungsvorschlägen wurden auch die häufigsten Fragen der SuS aufgenommen. Allerdings gab es lediglich von drei Lehrkräften eine Rückmeldung diesbezüglich. Eine Lehrkraft meldete zurück, dass aufgrund des Zeitmangels kaum Fragen gestellt wurden. Die, die gestellt werden konnten, bezogen sich dann eher auf organisatorische Dinge. Dies ist möglicherweise auch in anderen Klassen der Fall gewesen, da das Zeitproblem bei mehreren Lehrkräften erwähnt wurde und könnte erklären, warum es nur drei Rückmeldungen gab. Die anderen beiden Lehrkräfte notierten ebenfalls Fragen zur Organisation oder zu Begriffsdefinitionen. Inhaltliche Rückfragen wurden nicht notiert. Statt der fehlenden Zeit als Begründung für fehlende Rückfragen, könnte es aber auch sein, dass die SuS zu diesem Thema

schlichtweg keine Fragen hatten, die aufgefallen sind. Warum keine inhaltlichen Fragen von den Lehrkräften notiert wurden, lässt sich allerdings nur mutmaßen.

Um die genauen Wortlaute und Verteilungen noch einmal im Gesamten zu sehen, werden die Antworten gesammelt auf einem Fragebogen im Anhang (Kapitel 11.5.2) dargestellt.

8.2.1 Ablaufplan

Der Übersichtlichkeit wegen soll der Ablaufplan der Stunde maximal eine Seite umfassen. Alle Inhalte der Stunde können so auf einen Blick erfasst werden. Deshalb wird von der geforderten Erwähnung der inhaltlichen Stichpunkte bezüglich der Studienlage basierend auf dem „Draw a Scientist“-Test verzichtet. Allerdings wird ein Hinweis, wo diese zu finden sind, genauso hinzugefügt wie Hinweise, die den Aufbau der Präsentation erklären. Zudem werden Hinweise auf mögliche Aufgabenkürzungen ergänzt, um eventuell auftretende zeitliche Probleme abfedern zu können. Des Weiteren wurden die Texte zur Beschreibung der einzelnen Phasen gekürzt. Die grundsätzliche zeitliche Einteilung und Planung der Stunde bleiben bestehen.

8.2.2 Arbeitsmaterial

Da von den Lehrkräften mehrmals erwähnt wurde, dass der Link nicht abrufbar ist, wurde dem Arbeitsblatt zum Thema Biografie ein QR-Code hinzugefügt, über den die SuS das Video abrufen können. Dies ist essenziell, da die Fragen in der Station genau auf das Video zugeschnitten sind. Die Lehrkraft erhält außerdem Hinweise, wie das Video zu finden ist, falls es trotzdem Schwierigkeiten geben sollte. Die restlichen Arbeitsblätter werden nicht überarbeitet. Sie konnten bis auf zeitliche Probleme gut bearbeitet werden. Für die Lösung der zeitlichen Probleme erhält die Lehrkraft Hinweise. Von einer direkten Kennzeichnung von beispielsweise optionalen Aufgaben wird abgesehen, da es durchaus auch Gruppen gab, die alle Aufgaben geschafft haben. Die Präsentation wird um eine Folie ergänzt, auf der die Stereotype stehen, die der „Draw a Scientist“-Test identifiziert. Es gab bereits ursprüngliche Überlegungen diese dort abzubilden. Die Entscheidung fiel dagegen, weil die SuS die Stereotype nicht immer wieder lesen und dadurch verinnerlichen sollen. Dadurch, dass sie teilweise wiederholt werden mussten, dauert der Arbeitsprozess länger, was in einer ohnehin zeitlich knappen Stunde kontraproduktiv ist. Deshalb wurde auf der Folie die Formulierung gewählt: „Schüler:innen denken häufig, dass Wissenschaftler:innen ...“. So soll verhindert werden, dass die Stereotype als Realität wahrgenommen werden. Außerdem werden diese nur kurz gezeigt, da die nächste Folie mit der allgemeinen Aufgabenstellung während der Gruppenarbeitsphase auf dem Beamer zu sehen ist.

8.2.3 didaktische Begleitmaterialien

Durch die Praxisphase hat sich gezeigt, dass die Vertretungsstunde sehr knapp geplant ist und nicht immer alle Teile ohne zeitlichen Druck vollständig geschafft wurden. Deshalb soll es Entlastung durch die didaktischen Begleitmaterialien geben. In der Arbeitsphase und auch in der Sicherung werden Hinweise gegeben, wie Zeit eingespart werden kann, indem Aufgabenteile gekürzt oder als optional gekennzeichnet werden. So können schnelle SuS alle Teile absolvieren, während die etwas Langsameren eine sinnvolle Gruppenarbeit durchführen können, obwohl sie nicht alle Teile schaffen. Da neben dem zeitlichen Aspekt auch die Übersichtlichkeit kritisiert wurde, wurden die didaktischen Begleitmaterialien um eine Erklärung aller Arbeitsblätter ergänzt. Zudem wurde bemerkt, dass die Studienlage bezüglich des „Draw a Scientist“-Test nicht schnell zu finden war. Diese werden nun direkt auf der ersten Seite bei der Beschreibung des Einstiegs genannt. So wird der Einstieg nicht an zwei verschiedenen Stellen des didaktischen Begleitmaterials erwähnt und in Kombination mit dem neu hinzugefügten Verweis im Verlaufsplan, können die Inhalte schnell gefunden und gut präsentiert werden. Außerdem wird eine Erklärung der Präsentationsfolien für den Einstieg ergänzt. So wissen die Lehrkräfte vorab, wie die Auflösung angezeigt wird und überspringen diese nicht aus Versehen.

8.3 Beantwortung der fünften Forschungsfrage

Die letzte Forschungsfrage thematisiert, wie die Optimierung des Unterrichtsmaterials möglich ist. Für beide Vertretungsstunden wurden die Inhalte kaum verändert, diese wurden seitens der Lehrkräfte nicht kritisiert. Verbesserungen wurden hinsichtlich der Flexibilität des Ablaufes und des Umfangs gemacht. Einige Aufgaben können so bei Bedarf im Umfang verkleinert werden. Eine individuelle Anpassung an die jeweilige Lerngruppe und das Arbeitstempo für verschiedene Aufgabentypen ist so möglich. Zudem spielte die Übersichtlichkeit eine Rolle. Diese wurde im Ablaufplan erhöht, während die didaktischen Begleitmaterialien an unterschiedlichen Stellen den Ablauf detaillierter beschreiben. Dadurch soll die Organisation und Durchführbarkeit der Stunde zusätzlich erhöht werden. Durch diese Maßnahmen gelingt eine produktive Überarbeitung der Unterrichtsmaterialien. Abschließend wurden häufige Fragen der SuS beantwortet. Dies bot sich nur beim fachlichen Thema der modernen Physik an, da nur dort Fragen auftauchten, die für fachfremde Lehrkräfte möglicherweise aus dem Stehgreif schwer zu beantworten sind.

9. Fazit

Es wurden zwei Vertretungsstunden für das Fach Physik in zwei Bereichen entwickelt, evaluiert und überarbeitet. Die einzelnen Forschungsfragen der Masterarbeit konnten mithilfe der erhobenen Daten im Prä-Post-Test Design beantwortet werden. Mit Forschungsfrage eins sollte

herausgefunden werden, ob die entworfenen Vertretungsstunden als Kontrast wahrgenommen werden und wie sich dieser äußert. Die Kontrastbildung ist in beiden Fällen geglückt, aber die Auswirkungen auf die Motivation, die Mitarbeit und das Interesse der SuS war überschaubar. Die zweite Forschungsfrage beschäftigte sich mit dem Thema moderne Physik und den Einstellungen der SuS hinsichtlich der Nützlichkeit und der Bedeutung der physikalischen Fachdisziplin sowie zum Fach Physik. Hier konnten keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden, sodass sich diese Stunde nur dazu eignet, einen Kontrast zu klassischen Physikstunden zu erzeugen und ein neues Themengebiet vorzustellen. Mithilfe der Analyse der Vertretungsstunde zum Thema Forschende in der Naturwissenschaft konnte die dritte und vierte Forschungsfrage beantwortet werden. Anhand der Daten konnte herausgearbeitet werden, dass die dritte Forschungsfrage positiv beantwortet werden kann. Die Unterrichtsstunde konnte Stereotype und Vorurteile gegenüber Forschenden in Teilen aufbrechen und entkräften, denn die SuS zeigten signifikante Veränderungen in ihren Einstellungen bezüglich der Wissenschaftler:innen. Durch die Unterrichtsstunde entwickelte sich das Bild hin zu einem realistischeren. Nicht beantworten konnte diese Arbeit, ob die Veränderung nachhaltig ist. Die kurze Intervention konnte die SuS zudem nicht davon überzeugen eher eine berufliche Laufbahn innerhalb der Naturwissenschaften in Betracht zu ziehen, womit Forschungsfrage vier beantwortet werden kann. Auch die Einstellungen zu Physik und Physikunterricht generell konnten nicht signifikant verändert werden. Neben den Daten der SuS wurden auch Rückmeldungen der Lehrkräfte ausgewertet und in Form von einer Überarbeitung eingebunden. Grundsätzlich standen die Lehrkräfte der Stunde positiv gegenüber, was als Erfolg für die Entwicklung dieser Stunden angesehen werden kann. Überarbeitungen von Arbeits- und Begleitmaterial, Ablauf sowie Durchführbarkeit basierten auf den Rückmeldung und äußerten sich in Verbesserungen hinsichtlich der Flexibilität und Klarheit. Somit konnte die fünfte Forschungsfrage ebenfalls beantwortet werden. Bezüglich der Datenauswertung muss erwähnt werden, dass eine gute Auswertungsobjektivität gegeben war, bezüglich der Durchführungsobjektivität mussten Einschränkungen hingenommen werden. Durch das Cronbach Alpha konnte eine hohe Reliabilität nachgewiesen werden und die Verwendung von einer Mindestanzahl an verschiedenen Items sorgte für eine ausreichende Validität. Schwierigkeiten bei der Auswertung entstanden allerdings durch eine fehlende Zuordnung der Prä- und Posttests, sodass die statistische Auswertung mithilfe gemittelter Klassendatensätze erfolgte. Die Analyse der Häufigkeitsverteilungen konnte die Ergebnisse der statistischen Auswertung bestätigen. Folglich konnten die Ergebnisse akzeptiert und Schlussfolgerungen gezogen werden. Die Beschäftigung mit den Stereotypen über Wissenschaftler:innen ist geeignet, um auch zukünftig im Rahmen von Vertretungsstunden thematisiert zu werden. Die Vertretungsstunde zum Thema moderne Physik

liefert keine so klaren Ergebnisse, weshalb sich nicht sagen lässt, ob die erneute Durchführung der Stunde zielführend ist. Negative Auswirkungen konnten aber auch nicht nachgewiesen werden. Bevor kein Unterricht gemacht wird, bietet es sich deshalb trotzdem an, auf diese vorbereitete Stunde zurückzugreifen. So kann möglicherweise zumindest gezielt Interesse geweckt werden. Ob diese Effekte aufgetreten sind, lässt sich aufgrund der fehlenden Zuordnung nicht sagen. Um verlässlichere Aussagen treffen zu können, müsste eine erneute Testung des Materials stattfinden, in der die beschriebenen Verbesserungspotentiale genutzt werden. Dabei könnte direkt das überarbeitete Material verwendet werden. Unabhängig davon gilt aber, dass die Entwicklung solcher Vertretungsstunden Unterrichtszeit, die sonst nicht verwendet wird, für die Ausbildung relevanter Kompetenzen ermöglicht. Eine weitere Forschung zu diesem Thema bleibt deshalb gut und relevant.

10. Literaturverzeichnis

- Barth, Armin/Deuber, Roger/Frei, Tanja/Hänger, Brigitte/Lipscher, Juraj/Rubin, Herbert/Schumacher, Ralph/Schürmann, Irene/Stäheli, Lorenz/Zwysig, Adrian (2022): Anregende Unterrichtseinstiege: Wie können wir Schülerinnen und Schüler besser auf das Lernen vorbereiten? In: Schumacher, Ralph/Stern, Elsbeth (Hrsg.), Intelligentes Wissen – und wie man es fördert: Kognitiv aktivierende Lernformen für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Berlin, Heidelberg: Springer, 37–101.
- Bühl, Achim/Zöfel, Peter (2005): SPSS 12 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 9., überarb. u. erw. Aufl. München: Pearson Studium.
- Busker, Maike (2014): Entwicklung eines Fragebogens zur Untersuchungen des Fachinteresses. In: Krüger, Dirk/Parchmann, Ilka/Schecker, Horst (Hrsg.), Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 269–281.
- Chambers, David Wade (1983): Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-a-Scientist Test. In: *Science Education*, 67 (2), 255–265.
- Der Senator für Bildung und Wissenschaft (2006): Naturwissenschaften, Biologie - Chemie - Physik, Bildungsplan für das Gymnasium, Jahrgangsstufe 5-10.
- Der Senator für Bildung und Wissenschaft (2022): Anlage zur Mitteilung 239/2022 Einschränkung der Gültigkeit des Bildungsplans Naturwissenschaften, Biologie – Chemie - Physik für das Gymnasium, Jahrgangsstufe 5-10, auf die Jahrgangsstufen 5-9.
- Deutsches Zentrum für Astrophysik (2022): Pressemitteilung Forschung von Weltrang in der Lausitz.
- Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft (2010): Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik, Bildungsplan für die Oberschule.
- Die Senatorin für Kinder und Bildung (2022): Physik, Bildungsplan für die Oberstufe - Einführungsphase und Qualifikationsphase -.
- Diekmann, Andreas (2008): Empirische Sozialforschung, Grundlagen, Methoden, Anwendungen. 19. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuchverlag.
- Döring, Nicola (2023): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Düchs, Georg/Runge, Erich (2023): Studium in der Verlängerung. Statistiken zum Physikstudium in Deutschland 2023. In: *Physik Journal*, 22 (Nr. 8/9), 33–39.
- Euler, Manfred/Kamp, Martin/Forchel, Alfred (2015): Wege in die Nanowelt. In: Kirchner, Ernst/Girwidz, Raimund/Häußler, Peter (Hrsg.), *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 503–528.
- Fruböse, Christian (2010): Der ungeliebte Physikunterricht. Ein Blick in die Fachliteratur und einige Anmerkungen aus der Praxis. In: *MNU*, 63 (7), 388–392.
- Greifenstein, Luisa/Wasmeier, Ewald/Heuer, Ute/Fraser, Gordon (2023): Gelingensbedingungen für die affektive Förderung von Kindern durch einen Robotik-Making-Kurs: Befunde zum Zusammenhang von Schwierigkeiten und Spass und deren Diskussion aus motivationspsychologischer Sicht. In: *Medien Pädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 56, 429–456.
- Hagenkötter, Ramona/Nachtigall, Valentina/Rolka, Katrin/Rummel, Nikol (2021): „Meistens sind Forscher älter, meist tragen die eine Brille“ – Schülervorstellungen über Wissenschaftler*innen. In: *Unterrichtswissenschaft*, 49 (4), 603–626.
- Häußler, Peter/Bünder, Wolfgang/Duit, Reinders/Gräber, Wolfgang/Mayer, Jürgen (1998): *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung - Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN. Backup Publisher: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel / Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Höttecke, Dietmar/Hopf, Martin (2018): Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In: Schecker, Horst/Wilhelm, Thomas/Hopf, Martin/Duit, Reinders (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht, Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag GmbH, 271–288.
- Jordan, Dirk (1982): Kollege X ist krank. Was tun? Mit den Schuelern Schiffe versenken? Vertretungsstunden: Sind sie eine Last oder bieten sie Chancen fuer neues Lernen? In: *PÄD extra*.
- Keikert, Eva-Maria/Schneider, Kordula/Wardenbach, Christine (2013): Gruppenpuzzle - eine Methode, die geübt sein will! Leitfaden für eine gelingende Durchführung. In: *PADUA Fachzeitschrift für Pflegepädagogik, Patientenedukation und -bildung*, 8 (1), 39–44.
- Kelly, Laura Beth (2018): Methods & Strategies: Draw a Scientist Uncovering students' thinking about science and scientists. In: *Science and Children*, National Science Teachers Association, 56 (4), 86–90.

- Kultusministerkonferenz (KMK) (2004): Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). Luchterhand.
- Miller, David I./Nolla, Kyle M./Eagly, Alice H./Uttal, David H. (2018): The Development of Children's Gender-Science Stereotypes: A Meta-Analysis of 5 Decades of U.S. Draw-A-Scientist Studies. In: *Child Development*, 89 (6), 1943–1955.
- Mögenburg, Harm (1992): Mein Vertretungskoffer. In: *Geschichte lernen*.
- Mögenburg, Harm (2002): Vertretungsstunden – eher Chance als Fluch? In: *Geschichte lernen*,.
- Müller, Andreas (2015): Astronomie im Unterricht. In: Kirchner, Ernst/Girwidz, Raimund/Häußler, Peter (Hrsg.), *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 529–552.
- Neuhauser, Veronika Maria (2015): „NOS im Physikunterricht – Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für Physik bezüglich der naturwissenschaftlichen Methode von ForscherInnen“. Wien: Universität Wien.
- Nordmeier, Volkhard/Schlichting, Hans Joachim (2015): Chaos und Strukturbildung. In: Kirchner, Ernst/Girwidz, Raimund/Häußler, Peter (Hrsg.), *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 553–578.
- Reinhardt, Volker/Lange, Dirk (2022): Basiswissen Politische Bildung Band 2: Forschung, Planung und Methoden Politischer Bildung. wbv Media GmbH & Company KG.
- Rheinberg, Falko/Vollmeyer, Regina (2018): Motivation. Kohlhammer Verlag.
- Schecker, Horst (2014): Überprüfung der Konsistenz von Itemgruppen mit Cronbachs alpha. In: *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer.
- Schecker, Horst/Parchmann, Ilka/Krüger, Dirk (2014): Formate und Methoden naturwissenschaftsdidaktischer Forschung. In: Schecker, Horst/Parchmann, Ilka/Krüger, Dirk (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1–15.
- Schieck, Jochen (2015): Elementarteilchenphysik in der Schule. In: Kirchner, Ernst/Girwidz, Raimund/Häußler, Peter (Hrsg.), *Physikdidaktik, Theorie und Praxis*. 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 503–528.
- Schiefele, Ulrich (2008): Lernmotivation und Interesse. In: Schneider, Wolfgang/Hasselhorn, Marcus (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie*. Hogrefe Verlag GmbH & Company KG, 38–49.

Still, Ben/Farndon, John/Harris, Tim/Lamb, Hilary/O'Callaghan, Jonathan/Patel, Mukul/Snedden, Robert/Sparrow, Giles/Vorwort, Jim Al-Khalili (2021): Das Physik-Buch. München: Dorling Kindersley Verlag GmbH.

Theyßen, Heike (2014): Methodik von Vergleichsstudien zur Wirkung von Unterrichtsmedien. In: Krüger, Dirk/Parchmann, Ilka/Schecker, Horst (Hrsg.), Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 67–79.

Tiemann, Rüdiger/Körbs, Caroline (2014): Die Fragebogenmethode, ein Klassiker der empirischen didaktischen Forschung. In: Krüger, Dirk/Parchmann, Ilka/Schecker, Horst (Hrsg.), Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 283–295.

11. Anhang

11.1 Materialien der Unterrichtsstunde moderne Physik	74
11.1.1 Prä- und Posttest	74
11.1.1.1 Prätest	74
11.1.1.2 Posttest	75
11.1.2 Unterrichtsverlaufsplan und didaktische Begleitmaterialien	76
11.1.2.1 Unterrichtsverlaufsplan	76
11.1.2.2 didaktische Begleitmaterialien	77
11.1.3 Arbeitsblätter	82
11.1.3.1 Arbeitsblatt Galaxien	82
11.1.3.2 Arbeitsblatt Schwarze Löcher	84
11.1.3.3 Arbeitsblatt Supernova	86
11.1.3.4 Arbeitsblatt Gruppenaufgaben	88
11.1.3.5 Tippkarten	89
11.1.4 Musterlösungen	90
11.1.4.1 Musterlösungen Galaxien	90
11.1.4.2 Musterlösungen Schwarze Löcher	92
11.1.4.3 Musterlösungen Supernova	94
11.1.4.4 Musterlösungen Gruppenaufgaben	96
11.1.5 Präsentation	97
11.1.5.1 Präsentationsfolien 1 – 8 der Stunde moderne Physik	97
11.1.5.2 Präsentationsfolien 9-18 der Stunde moderne Physik	98
11.2 Materialien der Unterrichtsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	99
11.2.1 Prä- und Posttest	99
11.2.1.1 Prätest	99
11.2.1.2 Posttest	100
11.2.2 Unterrichtsverlaufsplan und didaktische Begleitmaterialien	101
11.2.2.1 Unterrichtsverlaufsplan	101
11.2.2.2 didaktische Begleitmaterialien	102
11.2.3 Arbeitsblätter	105
11.2.3.1 Arbeitsblatt für Gruppe 1: Biografie	105

11.2.3.2 Arbeitsblatt für Gruppe 2: Anforderungsprofil von Forschenden in der Naturwissenschaft	107
11.2.3.3 Arbeitsblatt für Gruppe 3: Palette von Wissenschaftler:innen	109
11.2.3.4 Arbeitsblatt für Gruppe 4: Verschiedene Bereiche innerhalb der Naturwissenschaft	114
11.2.4 Musterlösungen	116
11.2.4.1 Musterlösung Biografie	116
11.2.4.2 Musterlösung Anforderungsprofil von Forschenden in der Naturwissenschaft	118
11.2.4.3 Musterlösung Palette von Wissenschaftler:innen	121
11.2.4.4 Musterlösung Verschiedene Bereiche innerhalb der Naturwissenschaft	122
11.2.5 Präsentation	124
11.2.5.1 Präsentationsfolien 1 – 10 der Stunde Forschende in der Naturwissenschaft	124
11.2.5.2 Präsentationsfolien 11 - 15 der Stunde Forschende in der Naturwissenschaft	125
11.3 Posttestung der Lehrkräfte	126
11.4 Restlichen Ergebnisse aus der Praxisphase	127
11.4.1 Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1 Item 3	127
11.4.2 Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1 Item 5	127
11.4.3 Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1 Item 6	128
11.4.4 Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2 Item 4	128
11.4.5 Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2 Item 5	129
11.4.6 Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2 Item 6	129
11.4.7 Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2 Item 7	130
11.5 Ergebnisse Posttest Lehrkräfte	131
11.5.1 Ergebnisse Posttest Lehrkräfte moderne Physik	131
11.5.2 Ergebnisse Posttest Lehrkräfte Forschende in der Naturwissenschaft	133
11.6 Digitaler Anhang: Ausgangsmaterialien der Praxisphase	
11.6.1 Materialien der Unterrichtsstunde moderne Physik	
11.6.1.1 Prä- und Posttest	
11.6.1.2 Unterrichtsverlaufsplan und didaktische Begleitmaterialien	
11.6.1.3 Arbeitsblätter	

11.6.1.4	Musterlösungen	
11.6.1.5	Präsentation	
11.6.2	Materialien der Unterrichtsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	
11.6.2.1	Prä- und Posttest	
11.6.2.2	Unterrichtsverlaufsplan und didaktische Begleitmaterialien	
11.6.2.3	Arbeitsblätter	
11.6.2.4	Musterlösungen	
11.6.2.5	Präsentation	
11.6.3	Posttestung der Lehrkräfte	
11.7	Eigenständigkeitserklärung	135

Kreuze bei jeder Frage deine Einschätzung an. Es gibt die folgenden Auswahlmöglichkeiten:

- -: Stimme überhaupt nicht zu	-: Stimme nicht zu	+: Stimme zu	++: Stimme voll und ganz zu
--------------------------------	--------------------	--------------	-----------------------------

Meine letzte Zeugnisnote in Physik war: _____

Block I				
Aussage	--	-	+	++
Die Fachwissenschaft Physik entdeckt heutzutage neue Phänomene.				
Die Fachwissenschaft Physik ist heutzutage relevant für den technischen Fortschritt.				
Im Physikunterricht lerne ich Dinge, die ich im Alltag gebrauchen kann.				
Im Physikunterricht geht es um aktuelle Themen.				
Die Themen im Physikunterricht sind für mich nützlich.				
Die Themen im Physikunterricht sind für das gesellschaftliche Zusammenleben von Bedeutung.				

Block II				
Aussage	--	-	+	++
Der Physikunterricht macht mir Spaß.				
Ich interessiere mich für Physik und physikalische Forschung.				
Ich interessiere mich für Technik.				
Ich verstehe die Fachinhalte im Physikunterricht.				
Der Physikunterricht motiviert mich, mich auch in meiner Freizeit mit Physik zu beschäftigen.				
Ich bespreche Inhalte aus dem Physikunterricht außerhalb der Schule mit meinen Freunden oder meiner Familie.				
Über neue Entdeckungen aus der Physik informiere ich mich regelmäßig.				

Kreuze bei jeder Frage deine Einschätzung an. Es gibt die folgenden Auswahlmöglichkeiten:

- -: Stimme überhaupt nicht zu	-: Stimme nicht zu	+: Stimme zu	++: Stimme voll und ganz zu
--------------------------------	--------------------	--------------	-----------------------------

Meine letzte Zeugnisnote in Physik war: _____

Block I				
Aussage	--	-	+	++
Die Fachwissenschaft Physik entdeckt heutzutage neue Phänomene.				
Die Fachwissenschaft Physik ist heutzutage relevant für den technischen Fortschritt.				
Im Physikunterricht lerne ich Dinge, die ich im Alltag gebrauchen kann.				
Im Physikunterricht geht es um aktuelle Themen.				
Die Themen im Physikunterricht sind für mich nützlich.				
Die Themen im Physikunterricht sind für das gesellschaftliche Zusammenleben von Bedeutung.				

Block II				
Aussage	--	-	+	++
Der Physikunterricht macht mir Spaß.				
Ich interessiere mich für Physik und physikalische Forschung.				
Ich interessiere mich für Technik.				
Ich verstehe die Fachinhalte im Physikunterricht.				
Der Physikunterricht motiviert mich, mich auch in meiner Freizeit mit Physik zu beschäftigen.				
Ich bespreche Inhalte aus dem Physikunterricht außerhalb der Schule mit meinen Freunden oder meiner Familie.				
Über neue Entdeckungen aus der Physik informiere ich mich regelmäßig.				

Block III				
Aussage	--	-	+	++
Diese Stunde war anders als normaler Physikunterricht.				
Ich habe in dieser Stunde nützliche Informationen gelernt.				
Ich habe viel bei der heutigen Unterrichtsstunde mitgearbeitet.				
Diese Physikstunde hat mir Spaß gemacht.				
In dieser Stunde habe ich etwas gelernt, was für mich wichtig ist.				
Diese Stunde war interessanter als normaler Physikunterricht.				
Diese Physikstunde hat mein Interesse an neuen Themenbereichen geweckt.				
Diese Physikstunde motiviert mich, mich auch in meiner Freizeit mit Physik zu beschäftigen.				
Ich habe in dieser Physikstunde besser als normalerweise im Physikunterricht mitgearbeitet.				

Unterrichtsverlaufsplan zur modernen Physik

Phase	Zeit	Lehrer:in- und Schüleraktivitäten	Methode/Sozialform	Medien und Materialien
Begrüßung/Orga	5 min	L begrüßt alle Schülerinnen und erledigt alles Organisatorische.	Plenum	
Einstieg	3 min	L lässt Bild (von einer Supernova) langsam erscheinen und fragt, was die SuS sehen. Nach kurzer Sammlung der Antworten wird aufgeklärt, was das Bild zeigt und in das Thema eingeführt. L zeigt den Ablauf der kommenden Stunde.	Plenum	PPP mit Bild von Supernova / Druckdatei
Arbeitsphase I	25 min	Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Themen Schwarze Löcher, Supernovae und Galaxien. Genaue Beschreibung des Ablaufs eines Gruppenpuzzles im didaktischen Begleitmaterial unter Arbeitsphase I. Erklär-Folie mit Bild auf PPP eingeleant. Aufgabe 3 kann bei knapper Zeit jeweils zu optionaler Aufgabe werden.	Gruppenarbeit im Gruppenpuzzle	AB für Galaxien, Schwarze Löcher und Supernovae PPP
Sicherung I	12 min	Sicherung in den Stammgruppen im Rahmen des Gruppenpuzzles. L gibt vor, wie lange die Ergebnispräsentation in den Stammgruppen ist. Keine weitere Sicherung im Plenum.	Gruppenarbeit im Gruppenpuzzle	AB Galaxien, Schwarze Löcher und Supernovae PPP
Pause	5 min			
Arbeitsphase II	15 min	In den Stammgruppen werden die Gruppenaufgaben gelöst. Aufgabe 1 sollen alle erarbeiten. Bei Bedarf können Tipps gegeben oder ausgeteilt werden. Aufgabe 2 kann bei Zeitmangel entfallen oder als optionale Aufgabe für schnelle SuS dienen.	Gruppenarbeit im Gruppenpuzzle	AB Galaxien, Schwarze Löcher und Supernovae AB Gruppenaufgabe PPP
Sicherung II	10 min	L vergleicht das Rätsel und lässt schnelle Gruppen ggf. kreative Texte vorlesen.	Plenum	AB Gruppenaufgabe PPP
Quiz	15 min	Es werden Statements aus dem Bereich Astronomie in den Raum gestellt. Die SuS zeigen zeitgleich ihren Daumen nach oben oder unten, um Zustimmung oder Ablehnung zu der Aussage zu zeigen. L bittet kurz jeweils eine Pro und eine Contra Stimme ihre Ansicht zu Begründen und löst danach mit Erklärung (s. unten) auf. Bei kurzer Zeit kann L entscheiden, nicht alle Aussagen durchzuführen.	Plenum	PPP mit Statements
Abschluss	5 min	L sichert ab, was die SuS aus der Stunde mitgenommen haben und gibt Ausblick auf ein spannendes Forschungsfeld, das noch viele offene Fragen beantworteten möchte. Danach wird die Stunde beendet.	Plenum	PPP

Didaktische Begleitmaterialien

Ziele

Die SuS können grob erklären, was eine Galaxie, ein schwarzes Loch und eine Supernova ist.

Die SuS können Fachinhalte für verschiedene Adressaten aufbereiten.

Die SuS können das Wissen über Galaxien, schwarze Löcher und Supernovae anwenden, um einzelne Statements zu bewerten.

Bei den SuS wird Interesse an moderner Physikalischer Forschung geweckt.

Idee der Vertretungsstunde

Viele Themen innerhalb der Fachwissenschaft Physik sind interessant, haben aber nicht zwangsläufig Platz im Curriculum. In Vertretungsstunden wird die Unterrichtszeit oftmals nicht optimal genutzt, sodass genau solche Themen besprochen werden können, die sonst keinen Platz im Curriculum haben. Mit dieser Stunde soll das Interesse an modernen Themen der Physik geweckt werden. Die Astronomie ist mit vielen großen Phänomenen besonders geeignet, um Jugendliche zu faszinieren.

Detaillierte Erläuterung des Ablaufs

Einstieg:

Eine Supernova ist eine gewaltige Explosion eines massereichen Sterns am Ende seiner Entwicklung. Dabei wird ein großer Teil des Sterns vernichtet und in Energie umgewandelt. Die SuS finden dies aber in einer späteren Gruppenarbeit noch selbst heraus.

Das Thema Astronomie ist in der Physik eines der Forschungsfelder, indem noch viele Fragen ungeklärt sind und regelmäßig neue Entdeckungen gemacht werden. In dieser Stunde soll das Interesse an diesem Teilbereich der modernen Physik geweckt werden, ohne dabei Berechnungen oder andere komplexe Vorgänge zu stark in den Fokus zu rücken.

Arbeitsphase I

Für die erste Arbeitsphase muss das Gruppenpuzzle koordiniert werden. Dafür bietet es sich an, zunächst die Stammgruppen zu bilden und die einzelnen Themen aufzuteilen. Sofern es mit dreier-Gruppen nicht aufgeht, können vereinzelt Gruppen zu viert gebildet werden. Nachdem die Themen verteilt sind, finden sich die SuS in Expertengruppen zusammen und bekommen die Materialien. Es bietet sich an mehr als eine Expertengruppe zu jedem Thema zu machen, damit die Gruppen nicht zu groß werden. Dies kann aber je nach Klasse individuell entschieden werden. Die Vorlage des Steckbriefes (Nr. 2 bei allen Themen) sollte auch verteilt werden, um die SuS zu entlasten und den Fokus auf das eigentliche Thema zu legen. In der 3. Aufgabe sollen sich die SuS viel austauschen und diskutieren. Während der Arbeitsphase kann die Recherche im Internet erlaubt werden.

Aufgabe eins und zwei sollten von allen Expertengruppen mindestens bearbeitet werden. Falls die Organisation des Gruppenpuzzles sehr viel Zeit in Anspruch genommen hat, kann die dritte Aufgabe als optionale Aufgabe für schnelle Gruppen gelten. Ob dies notwendig ist, muss je nach Situation von der Fachlehrkraft entschieden werden.

Die Arbeitsmaterialien für diese Phase beinhalten folgendes:

- Infotext inkl. Aufgaben für Schwarzes Loch (bekommt die entsprechende Expertengruppe)
- Infotext inkl. Aufgaben für Supernova (bekommt die entsprechende Expertengruppe)
- Infotext inkl. Aufgaben für Galaxie (bekommt die entsprechende Expertengruppe)
- Steckbriefvorlage (bekommen alle SuS)

Sicherung I

Während der Sicherung in den Stammgruppen kann bei Bedarf vorgegeben werden, wann die einzelnen Themen präsentiert werden. Hier sollen neben den fachlichen Inhalten auch weitere Kompetenzen im Bereich der Kommunikation gefördert werden. Eine zusätzliche Sicherung im Plenum ist hier nicht vorgesehen.

Arbeitsphase II

Um das erarbeitete Wissen zu verwenden, folgt im Anschluss ein Rätsel sowie das Verfassen eines kreativen Textes. Dabei soll auch die Kommunikationskompetenz gefördert werden. Diese Aufgaben können optional sein, falls es etwas langsamere Gruppen gibt.

Die Arbeitsmaterialien dieser Phase beinhalten:

- Gruppenaufgaben mit Kreuzworträtsel und kreativer Schreibaufgabe

In dieser Arbeitsphase kann ebenfalls von der Fachlehrkraft entschieden werden Aufgabe zwei als optionale Aufgabe zu kennzeichnen. Aufgabe eins sollte von allen SuS bearbeitet werden. Wenn größere Schwierigkeiten bestehen, können die im Material beiliegenden Tippkarten verwendet werden. So können die SuS das Kreuzworträtsel etwas einfacher lösen. Dabei sollen nicht alle Tipps direkt gegeben werden, sondern nach und nach, sodass die neuen Buchstaben erst in die Überlegung einbezogen werden, bevor erneut Tipps gegeben werden.

Sicherung II

In der zweiten Sicherung im Plenum wird einerseits das Kreuzworträtsel verglichen und andererseits sollen die Texte vorgestellt werden.

Quiz

Im Quiz sollen möglichst noch einmal alle SuS sich beteiligen. Deshalb sollen auch alle mithilfe des Daumens ihre Vermutung jeweils äußern. Nachdem dies geschehen ist, soll kurz über die einzelnen Statements gesprochen werden, vor allem, wenn die Meinungen nicht eindeutig sind.

Sofern nicht ausreichend Zeit für alle Statements bleibt, können einzelne weggelassen werden. So soll sichergestellt werden, dass die thematisierten ausreichend besprochen werden können.

Abschluss

Zum Abschluss sollen die SuS zusammenfassen, was sie gelernt haben und was für sie neu war. Danach kann die Lehrkraft kurz erzählen, dass in diesem Fachbereich der Physik noch viele offene Fragen zu lösen sind. Dadurch soll das Interesse der SuS an diesem Fachbereich geweckt werden.

Inhaltliche Hinweise zum Quiz:

Wir verfügen über ein vollständiges astronomisches Fachwissen!

- Stimmt nicht!
- Viele Fragen ungeklärt wie z. B. was in einem schwarzen Loch passiert, ob es dunkle Materie gibt, wie das Universum sich zusammenhält, falls es keine dunkle Materie gibt usw.

Die Existenz dunkler Materie konnte nachgewiesen werden!

- Stimmt nicht!
- Existenz dunkler Materie ist umstritten. Es gibt Theorien, die ohne dunkle Materie auskommen, viele Wissenschaftler:innen gehen aber von ihrer Existenz aus, da große Anziehungskräfte sonst nicht erklärt werden können.
- Wirklich nachgewiesen wurde sie bisher nicht.

Der technische Fortschritt wird von Forschung im Bereich Astrophysik maßgeblich beeinflusst!

- Stimmt!
- Verschiedenste Entwicklungen wurden maßgeblich dadurch beeinflusst
- Navigationsgeräte (GPS), Forschung im Bereich Strahlung, z. B. auch Röntgen
- Brennstoffzellen, Solarzellen wurden für Weltraumforschung vorangetrieben, finden jetzt aber auch Anwendung im Alltag

Schwarze Löcher beeinflussen Raum und Zeit und können mit der allgemeinen Relativitätstheorie beschrieben werden!

- Stimmt!
- Durch ihre große Masse krümmen sie die Raumzeit
- Daraus folgt z.B., dass auch kein Licht mehr aus einem schwarzen Loch entkommen kann und dass innerhalb eines schwarzen Lochs andere Gesetze gelten müssen (genau erforscht werden kann das bisher nicht)
- Die Allgemeine Relativitätstheorie sagt dies voraus und wird deshalb zur Beschreibung von schwarzen Löchern verwendet

Im Universum wurden bereits andere Lebensformen gefunden!

- Stimmt nicht!
- Auch wenn bisher keine anderen Lebensformen gefunden wurden, so ist es trotzdem sehr wahrscheinlich, dass dies irgendwann geschieht
- Durch extreme Größe des Universums sind andere Planeten auf denen Leben möglich ist ebenso wahrscheinlich

Schwarze Löcher können auf verschiedene Weise wachsen!

- Stimmt nicht!
- Nach bisherigem Wissensstand können Schwarze Löcher wachsen, allerdings nur auf eine Art und Weise → sie nehmen angezogene Masse auf und vergrößern damit ihre eigene

Wir wissen genau, wie das Universum entstanden ist und sich nach dem Urknall entwickelt hat!

- Stimmt nicht!
- Mithilfe der Naturgesetze und der bisherigen Forschung kann sehr gut rekonstruiert werden, wie sich das Universum bisher entwickelt hat

- Was bei dem Urknall passiert ist, ist allerdings nach wie vor ein Rätsel, das noch keine Antwort gefunden hat. Aktuell geltende Naturgesetze können diesen Vorgang nicht erklären

Die Erforschung des Sonnensystems ist weitgehend abgeschlossen, da fast alle existierenden Planeten entdeckt wurden!

- Stimmt!
- Unser Sonnensystem umfasst die bekannten Planeten (Merkur, Venus, Erde, Mars, Juptier, Saturn, Uranus, Neptun) und ist ziemlich gut erforscht
- Allerdings ist die Erforschung der Galaxie und des Universums bei weitem nicht abgeschlossen

Mögliche fachliche Fragen der SuS:

Was ist die Masse?

Die Masse ist eine Eigenschaft der Materie, die die Menge der in einem Körper enthaltenen Materie angibt.

Was ist die Supernova?

Eine Supernova ist das kurzzeitige, extrem helle Aufleuchten eines massereichen Sterns durch eine Explosion, bei der der ursprüngliche Stern zerstört wird. Dies sollten die SuS eigentlich aus dem Infotext ziehen.

Was ist ein schwarzes Loch?

Ein Schwarzes Loch ist ein extrem dichtes Objekt im Weltraum, dessen Masse auf ein sehr kleines Volumen konzentriert ist. Aufgrund seiner enormen Dichte erzeugt es eine so starke Gravitationskraft, dass in seiner unmittelbaren Umgebung nicht einmal Licht entkommen kann. Die Grenze, ab der kein Entkommen mehr möglich ist, wird als Ereignishorizont bezeichnet. Nichts, weder Materie noch Information, kann diese Grenze von innen nach außen überschreiten. Da kein Licht entweichen kann, erscheint ein Schwarzes Loch von außen als vollkommen schwarz und unsichtbar. Nach der Allgemeinen Relativitätstheorie verursacht ein Schwarzes Loch eine extreme Krümmung der Raumzeit. Schwarze Löcher können durch den Kollaps massereicher Sterne am Ende ihres Lebens oder durch andere kosmische Prozesse entstehen.

Was ist ein Phänomen?

Ein Phänomen ist eine beobachtbare und messbare Erscheinung oder ein Vorgang in der Natur, der durch physikalische Gesetze und Prinzipien erklärt werden kann.

Was ist Materie?

Materie ist der grundlegende "Stoff", aus dem alle physischen Objekte und Substanzen im Universum gebaut sind und der Masse besitzt sowie Raum einnimmt. Sie ist die Grundlage aller physischen Objekte und Stoffe im Universum und besteht aus Atomen und

Molekülen als kleinste Bausteine. Sie kann in verschiedenen Aggregatzuständen (fest, flüssig, gasförmig) vorkommen. Trotz ihrer scheinbaren "Festigkeit" besteht Materie größtenteils aus leerem Raum zwischen den Atomen.

Wie viele Sterne gibt es innerhalb von 3000 Lichtjahren?

Lässt sich nicht klar beantworten, da die Sternendichte stark variiert. Es sind allerdings sehr viele, wahrscheinlich in Millionenhöhe.

Wie weit ist der nächste Stern entfernt?

Der nächste Stern zur Erde, abgesehen von der Sonne, ist Proxima Centauri. Proxima Centauri befindet sich etwa 4,247 Lichtjahre von der Erde entfernt. Ein Lichtjahr entspricht etwa 9,46 Billionen Kilometern, was bedeutet, dass Proxima Centauri ungefähr 40 Billionen Kilometer von der Erde entfernt ist.

Kann ein Stern sterben?

Ja, Sterne durchlaufen auch einen Lebenszyklus. Das Sterben eines Sterns hängt stark von seiner Masse ab.

Wie dehnt sich das Universum aus?

Das lässt sich noch nicht abschließend klären. Durch die steigende Entfernung zwischen großen Objekten schließt man auf die Ausdehnung.

Was ist kosmische Hintergrundstrahlung?

Die kosmische Hintergrundstrahlung ist eine nahezu isotrope Strahlung im Mikrowellenbereich, die das gesamte Universum durchdringt. Der Ursprung der kosmischen Hintergrundstrahlung stammt aus der Frühzeit des Universums, etwa 380.000 Jahre nach dem Urknall. Zu diesem Zeitpunkt hatten sich die ersten Atome gebildet, und die Photonen konnten frei durch das Universum reisen, da die Materie nicht mehr ionisiert war und somit keine Streupartner mehr vorhanden waren. Die kosmische Hintergrundstrahlung ist weitgehend isotrop, was bedeutet, dass sie aus allen Richtungen des Himmels nahezu gleich stark kommt. Kleinere Anisotropien (Unregelmäßigkeiten) in dieser Strahlung geben wertvolle Informationen über die frühe Struktur des Universums.

Gibt es auch weiße Löcher?

Weißer Löcher sind bisher nur ein theoretisches Konstrukt als Gegenstück zu den schwarzen. Direkt beobachtet wurde es noch nicht.

Vertretungsstunde Astronomie	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Galaxien

Eine Galaxie ist eine große Ansammlung von Sternen, Planetensystemen, Gasnebeln, Staubwolken, Dunkler Materie (vermutlich) und sonstigen kosmischen Objekten. Diese werden durch die Gravitation zusammengehalten. Galaxien gehören zu den größten Strukturen im Universum und können aus einigen 100 Milliarden Sternen bestehen. Unsere eigene Galaxie, die Milchstraße, ist aufgrund ihrer Form eine Spiralgalaxie, die aus etwa 100 bis 400 Milliarden Sternen besteht. Sie hat einen Durchmesser von etwa 100.000 Lichtjahren. Dies ist unfassbar groß, denn schon ein Lichtjahr entspricht 9.461.000.000.000 km.

Die Galaxien bewegen sich durch das Universum. Unsere Milchstraße dreht sich dabei um sich selbst, wodurch ihre Bestandteile um das galaktische Zentrum kreisen. Außerdem gibt es einzelne Sonnensysteme innerhalb von Galaxien, die sich um den Mittelpunkt des Sonnensystems kreisen.



Die Erforschung von anderen Galaxien ist äußerst schwierig, da sie sehr weit entfernt sind und viele Messmethoden dadurch nicht mehr anwendbar sind. Forschende haben die Entstehung von Galaxien bisher noch nicht vollständig erforschen können. Derzeit wird davon ausgegangen, dass bei der Entstehung einer Galaxie eine Gaswolke unter ihrer Schwerkraft zusammenfällt und zu einer flachen Scheibe wird. In dieser bilden sich durch Verdichtungen Sterne. Diese Prozesse sind vermutlich schon vor langer Zeit abgelaufen.

Trotzdem weiß man mittlerweile, dass es in einer Galaxie verschiedene Arten von Sternen und Planeten gibt, die sich in ihren Eigenschaften und Entwicklungsstadien unterscheiden:

- Hauptreihensterne: Diese sind die am häufigsten vorkommenden Sterne in einer Galaxie und befinden sich in einem stabilen Zustand. Ein Beispiel sind die sogenannten gelben Zwerge, die Licht und Wärme abstrahlen.
- Rote Riesen: Diese Sterne haben ihren Namen durch ihr rötliches Erscheinungsbild erhalten. Diese Sterne sind schon alt und instabil, sie dehnen sich aus. Außerdem zeichnet sie aus, dass sie sehr hell sind.
- Weiße Zwerge: Dies sind sehr alte und kompakte Sterne. Sie haben bei hoher Oberflächentemperatur nur eine geringe Leuchtkraft.
- Schwarze Löcher: Einige Sterne können sich am Ende ihres Lebens zu Schwarzen Löchern entwickeln, Objekten mit so starker Gravitation, dass nicht einmal Licht aus ihrem Anziehungsbereich entkommen kann.
- Terrestrische Planeten: Diese Planeten bestehen überwiegend aus Gestein und haben feste Oberflächen.

Vertretungsstunde Astronomie	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

- Gasriesen: Sie bestehen hauptsächlich aus Gasen wie Wasserstoff und Helium und haben keine feste Oberfläche.
- Eisriesen: Sie bestehen aus flüchtigen chemischen Verbindungen wie Wasser, Ammoniak oder Methan bestehen und besitzen eine mächtige Atmosphäre aus leichten Elementen wie Wasserstoff und Helium.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Bestandteile einer Galaxie nicht isoliert voneinander existieren, sondern gemeinsam in einem komplexen System bestehen. Dieses beeinflusst die Entstehung, Entwicklung und das Ende von Sternen. Außerdem ist diese Auflistung nicht vollständig.

Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch. Besprecht alle unbekannteten Fachbegriffe und recherchiert diese bei Bedarf.
2. Erstellt einen Steckbrief für die Galaxien.
3. Findet heraus, welche Art von Sternen und Planeten in unserem Sonnensystem sind und woraus diese hauptsächlich bestehen.

Vertretungsstunde Astronomie	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

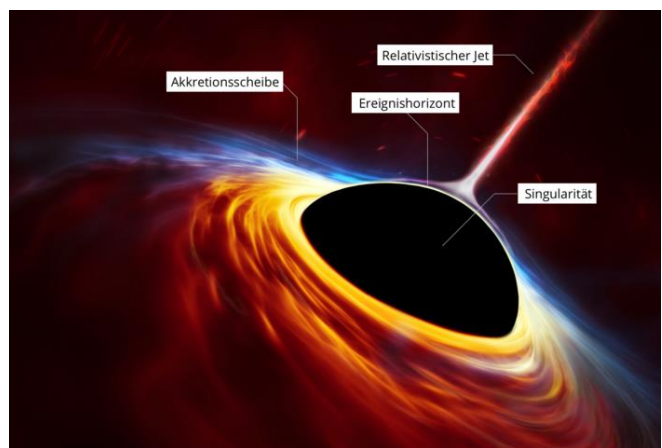
Schwarze Löcher

Startet eine Rakete von einem Himmelskörper aus ins Weltall, so muss sie die Gravitationskraft überwinden. Dazu ist bei Abschaltung des Antriebs eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit nötig. Je massereicher ein Himmelskörper, desto größer ist die wirkende Gravitationskraft und umso höher auch die Fluchtgeschwindigkeit. Um von der Erdoberfläche abzuheben, benötigt ein Raumfahrzeug daher beispielsweise deutlich mehr Schub als bei einem Start von dem Mond: Die Fluchtgeschwindigkeit der Erde beträgt $11,2 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, beim Mond sind es nur $2,3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Die Fluchtgeschwindigkeit lässt sich für beliebige Himmelskörper berechnen – für die Sonne ebenso wie für rein hypothetische Objekte mit einer sehr hohen Masse. Theoretisch kann die Fluchtgeschwindigkeit sogar größer sein als die Lichtgeschwindigkeit. Praktisch allerdings nicht. Denn gemäß der Relativitätstheorie von Albert Einstein stellt die Lichtgeschwindigkeit die höchstmögliche Geschwindigkeit im Kosmos dar. Und das bedeutet: Liegt die Fluchtgeschwindigkeit eines Objekts über diesem Limit, kann nichts mehr von seiner Oberfläche entkommen, nicht einmal Licht. Einen solchen Himmelskörper bezeichnet man daher als Schwarzes Loch. Denn es kann zwar etwas hineinfallen, aber weder Materie noch Licht gelangen jemals wieder heraus.

Wie Schwarze Löcher den Raum und die Zeit in ihrer Nähe beeinflussen, lässt sich mithilfe der Allgemeinen Relativitätstheorie beschreiben. Es zeigt sich, dass solche Objekte von einem „Ereignishorizont“ umgeben sind. Ereignisse, die innerhalb des Ereignishorizonts stattfinden, sind für Beobachter außerhalb der Grenzfläche nicht sichtbar.

Gibt es solche seltsamen Objekte tatsächlich oder handelt es sich um rein theoretische Spekulationen? Da sich Schwarze Löcher nicht



direkt beobachten lassen – schließlich senden sie kein Licht aus und reflektieren es auch nicht – war die Antwort auf diese Frage jahrzehntelang umstritten. Doch inzwischen sind sich Astrophysiker sicher, dass es diese faszinierenden Himmelsobjekte tatsächlich gibt. Denn auch wenn ein Schwarzes Loch selbst unsichtbar ist, seine starke Gravitation kann eindeutige Spuren im Umfeld hinterlassen.

Einen entscheidenden Hinweis liefern Akkretionsscheiben: Materie, die von außen auf ein Schwarzes Loch einströmt, sammelt sich zunächst in einer rotierenden Scheibe. Dort heizt sich die Materie durch Reibung stark auf und beginnt zu leuchten. Durch die Analyse der dadurch ausgesendeten Strahlung können Astronomen mehr über die Eigenschaften des schwarzen Lochs erfahren, etwa über dessen Masse. Nach heutigen Erkenntnissen gibt es drei unterschiedliche Typen von Schwarzen Löchern:

Vertretungsstunde Astronomie	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Stellare schwarze Löcher, Schwarze Löcher mittlerer Masse und Supermassereiche Schwarze Löcher. Sie unterscheiden sich durch ihre Entstehung und ihre Masse. Grundsätzlich entstehen schwarze Löcher, wenn Sterne am Ende ihres Lebenszyklus zusammenfallen. Dabei konzentriert sich ihre Masse auf einem extrem kleinen Raum, sodass die Gravitation sehr groß wird.

Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch. Besprecht alle unbekanntenen Fachbegriffe und recherchiert diese bei Bedarf.
2. Erstellt einen Steckbrief für Schwarze Löcher.
3. Bewertet die Gefahr, die von einem Schwarzen Loch für unseren Planeten ausgeht.

Vertretungsstunde Astronomie	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Supernova

Eine Supernova ist eine extrem helle Explosion am Himmel, die sogar mit bloßem Auge sichtbar sein kann. Sie geschieht, wenn ein massereicher Stern am Ende seiner Lebensspanne explodiert. Es gibt zwei Haupttypen von Supernovae, Typ I und Typ II, da es durch verschiedene Gründe zu dieser Explosion kommen kann. Supernovae sind äußerst beeindruckende und seltene



Phänomene, die in der Astronomie und der Entstehung von Sternen und Planeten von großer Bedeutung sind.

Eine Supernova hat auch einen Einfluss auf ihre Umgebung. Die wichtigsten Effekte sind:

- Röntgenstrahlung: Wenn die Druckwelle einer Supernova auf dichtes Gas in der Umgebung trifft, kann eine besonders hohe Dosis an Röntgenstrahlung entstehen. Diese Röntgenstrahlung kann weit entfernte Planeten schädigen und sogar zu Massenaussterben führen.
- Staub: Eine Supernova kann außergewöhnlich große Mengen an Staub ins Weltall schleudern, was die Sicht beeinflussen kann.
- Dichte: Die Explosion einer Supernova kann die Dichte der interstellaren Materie in der Umgebung beeinflussen.
- Neue Sterne: Die Explosion einer Supernova kann die Entstehung neuer Sterne in der Umgebung anregen, da die Druckwelle und die Röntgenstrahlung die interstellare Materie verdichten und somit die Bedingungen für die Sternentstehung verbessern.
- Schwerere Elemente: Supernovae sind auch für die Bildung schwererer Elemente im Universum verantwortlich. Während der Explosion werden Elemente wie Eisen, Kohlenstoff und Sauerstoff gebildet, die für die Bildung von Planeten und die Entstehung von Leben auf diesen Planeten unerlässlich sind.
- Energiequelle: Supernovae sind eine wichtige Energiequelle im Universum. Die Energie, die während der Explosion freigesetzt wird, kann in Form von Licht oder Röntgenstrahlung abgestrahlt werden.
- Forschung: Supernovae sind auch für die Forschung von großer Bedeutung. Sie bieten Astronomen die Möglichkeit, die Entfernung von Galaxien zu bestimmen und das Universum besser zu verstehen.

Vertretungsstunde Astronomie	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

- Kosmische Strahlung: Supernovae sind eine der Hauptquellen für kosmische Strahlung im Universum. Diese energiereiche Strahlung kann die Umgebung beeinflussen und sogar die Erdatmosphäre beeinträchtigen.

Dabei ist wichtig zu beachten, dass die Auswirkungen einer Supernova auf die Erde von der Entfernung abhängen. Eine erdnahe Supernova, also beispielsweise in einer Entfernung von bis zu 3000 Lichtjahren, könnte die Erde beeinflussen.

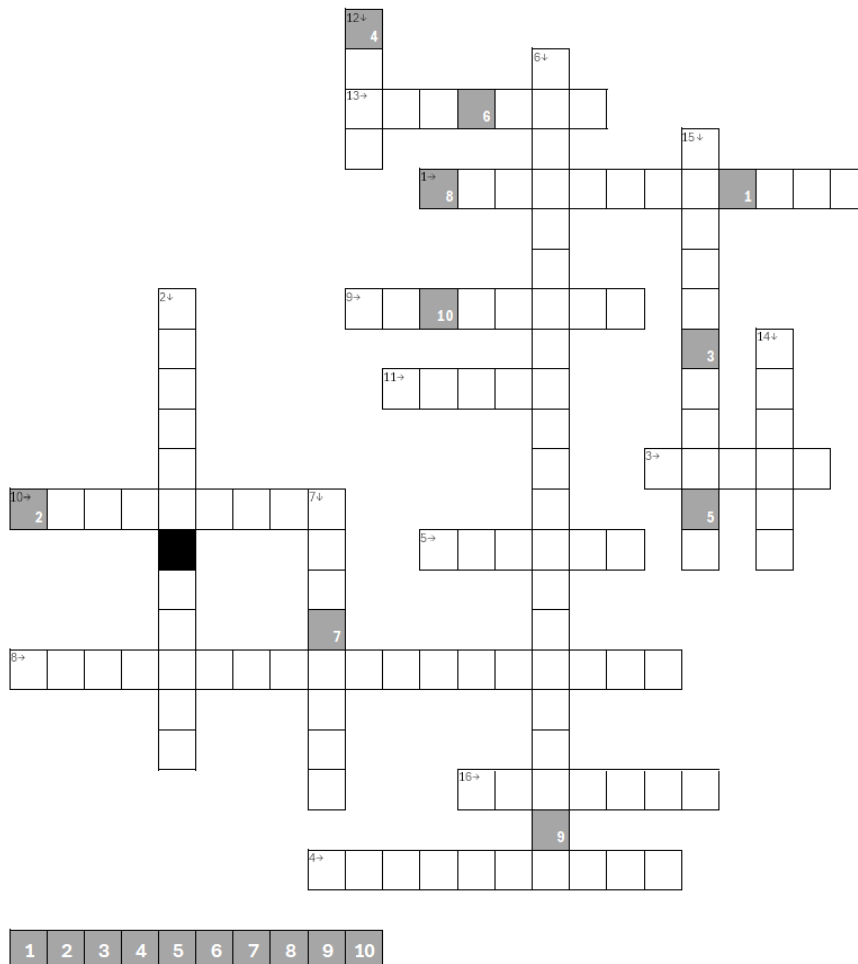
Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch. Besprecht alle unbekannteten Fachbegriffe und recherchiert diese bei Bedarf.
2. Erstellt einen Steckbrief für die Supernova.
3. Bewertet die Gefahr, die von einer Supernova für unseren Planeten ausgeht.

Vertretungsstunde Astronomie	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Gruppenaufgaben

1. Löst das Kreuzworträtsel. Beachtet, dass in einem Kreuzworträtsel manche Buchstaben anders dargestellt werden: ß → ss / ö → oe / ä → ae / ü → ue.



1. Heimat der Erde
2. Unsere Sonne (2 Wörter)
3. Erforschung des Universums mithilfe von
4. Ereignisse innerhalb eines schwarzen Lochs
5. Bestandteil Gasriese
6. Mindestgeschwindigkeit, um Gravitationskraft zu überwinden
7. Bestandteil eines Eisriesen
8. Materie auf rotierender Bahn
9. Durch Supernova verbreitete Strahlung
10. Sternexplosion
11. Masse eines schwarzen Lochs
12. Schwarze Löcher beeinflussen
13. Anfang Universum
14. Durch Supernova beeinflusst
15. Zunahme von ... durch Aufnahme von Masse
16. Wird durch Supernova freigesetzt

2. Entwerft einen Werbetext für eine Schulveranstaltung in eurer Schülerzeitung, auf der Astronomie-Projekte vorgestellt werden, um das Interesse eurer Mitschüler:innen zu wecken. Benutzt dafür eure neu gelernten Erkenntnisse. Schreibt mindestens drei Sätze, aber maximal eine halbe Seite.

Vertretungsstunde Astronomie	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Tipp zu 1.

In welcher Galaxie liegt die Erde?

Tipp zu 3.

Was braucht man, wenn es dunkel ist, um etwas zu sehen?

Tipp zu 5.

Mit was werden Ballons gefüllt, damit sie in der Luft schweben?

Tipp zu 7.

Die Antwort ist ein stark stechend riechendes, farbloses und giftiges Gas.

Tipp zu 9.

Diese Strahlung wird auch verwendet, um bei Verletzungen beispielsweise auf Knochenbruch zu prüfen.

Tipp zu 11.

Gegenteil von klein.

Tipp zu 13.

Es geht um das früheste Anfangsstadium des Universums, auch big bang genannt.

Tipp zu 15.

Die Lösung wird auch Schwerkraft genannt.

Tipp zu 2.

Das Lösungswort besteht aus zwei Wörtern und ist eine Bezeichnung für die Sonne unseres Planetensystems. Das erste Wort ist auch eine Farbe, das zweite Wort kann auch als Fabelwesen wahrgenommen werden.

Tipp zu 4.

Wie nennt man es, wenn man etwas nicht sehen kann?

Tipp zu 6.

Diese Geschwindigkeit müssen beispielsweise auch Raketen bei ihrem Start erreichen, wenn sie in den Weltraum fliegen.

Tipp zu 8.

Steht in Zusammenhang mit einem schwarzen Loch. Schau bei Bedarf nochmal in den Text.

Tipp zu 10.

Damit haben sich heute einige intensiv beschäftigt.

Tipp zu 12.

Es gibt zwei mögliche Antworten. Löse erst Nr. 13, um zu wissen, was gemeint ist.

Tipp zu 14.

Die Lösung ist auch ein Konzept, welches für die Volumenbestimmung relevant ist.

Tipp zu 16.

Von dem Lösungswort gibt es verschiedene Arten. Zum Beispiel kinetische oder potentielle.

Musterlösung Galaxien

Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch. Besprecht alle unbekanntenen Fachbegriffe und recherchiert diese bei Bedarf.
 2. Erstellt einen Steckbrief für die Galaxien.
 3. Findet heraus, welche Art von Sternen und Planeten in unserem Sonnensystem sind und woraus diese hauptsächlich bestehen.
- Sonne: Gelber Zwerg (Stern), Wasserstoff und Helium
 - Merkur: Terrestrischer Planet, Silizium, Eisen und Nickel
 - Venus: Terrestrischer Planet, Silizium, Eisen und Nickel
 - Erde: Terrestrischer Planet, Sauerstoff, Silizium, Eisen und andere Metalle
 - Mars: Terrestrischer Planet, Eisen, Silizium, Magnesium und andere Metalle
 - Jupiter: Gasriese, Wasserstoff und Helium
 - Saturn: Gasriese, Wasserstoff und Helium
 - Uranus: Eisriese, Wasserstoff, Helium und im Inneren schwere Elemente wie Metalle oder Verbindungen wie Wasser
 - Neptun: Eisriese/Gasriese, Wasserstoff, Helium, Eis, Ammoniak und Methan

Steckbrief

Name: Galaxie

Entstehungsgeschichte: Die Entstehungsgeschichte ist nicht vollständig verstanden. Vermutlich fällt eine Gaswolke unter ihrer Schwerkraft zusammen. In der dadurch entstehenden Scheibe entstehen durch Verdichtungen neue Sterne und eine Galaxie entsteht.

Dort zu finden: Überall im Universum

Eigenschaften:

- Größte Struktur im Universum
- Besitzt hunderte Milliarden Sterne
- Besitzt einen Durchmesser von mehreren tausend Lichtjahren
- Innerhalb einer Galaxie gibt es verschiedene Rotationsbewegungen
- Komplexes System, welches miteinander interagiert

Wissenswertes:

In einer Galaxie gibt es verschiedenste Sterne und Planeten. Es gibt beispielsweise die Hauptreihensterne, Rote Riesen, Weiße Zwerge oder schwarze Löcher. Planeten werden unter anderem in Gasriesen, Eisriesen und terrestrische Planeten unterteilt. In einer Galaxie gibt es verschiedene Sonnensysteme, die um einen Stern kreisen.



Bild

Musterlösung Schwarze Löcher

Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch. Besprecht alle unbekannteten Fachbegriffe und recherchiert diese bei Bedarf.
2. Erstellt einen Steckbrief für Schwarze Löcher.
3. Bewertet die Gefahr, die von einem Schwarzen Loch für unseren Planeten ausgeht.

Argumente für eine Gefahr:

- Wenn ein Schwarzes Loch in unserer Reichweite ist, könnte es uns immer weiter anziehen, bis es die Erde verschlingt. Dies könnte gefährlich sein, da das Innere eines schwarzen Lochs nicht erforscht werden kann.
- Ein Schwarzes Loch in größerer Entfernung wächst durch aufgenommene Materie und zieht dadurch dann weitere Materie an. So könnten auch schwarze Löcher in größerer Entfernung gefährlich werden

Argumente gegen eine Gefahr:

- Das Universum ist sehr groß. Es ist nicht bekannt, dass ein Schwarzes Loch in unserer Nähe existiert.
- Die Sonne ist noch über einen langen Zeitraum (mehrere Mrd. Jahre) stabil, sodass die Entwicklung eines Schwarzen Lochs in unmittelbarer Umgebung nicht droht.
- Das Innere eines Schwarzen Lochs kann nicht erforscht werden. Ggf. ist das Innere eines Schwarzen Lochs nicht gefährlich.

Fazit

Ein schwarzes Loch kann potentiell zu einer Gefahr werden, doch die Wahrscheinlichkeit, dass das passiert, ist sehr gering.

Steckbrief

Name: Schwarzes Loch

Entstehungsgeschichte: Entstehen, wenn Sterne am Ende ihres Lebenszyklus zusammenfallen, da sich dadurch die Masse auf extrem kleinem Raum konzentriert und die Gravitation wächst.

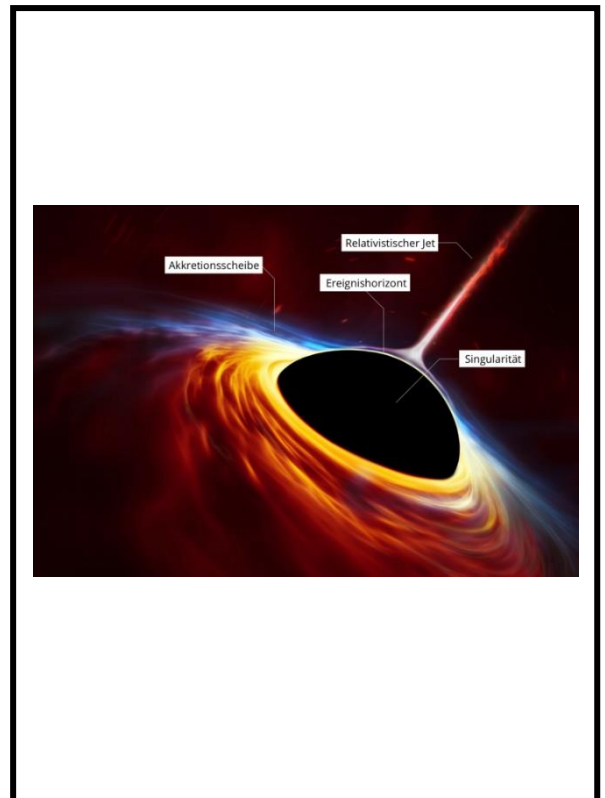
Dort zu finden: Überall im Universum, jeweils Umgeben von einer Akkretionsscheibe

Eigenschaften:

- Besitzt aufgrund der riesigen Masse eine so große Gravitation, dass nichts aus einem schwarzen Loch entkommen kann
- Schwarze Löcher beeinflussen den Raum und die Zeit in ihrer Umgebung
- Lassen sich durch die Allgemeine Relativitätstheorie beschreiben

Wissenswertes:

Die Existenz von schwarzen Löchern war lange umstritten. Mittlerweile sind sich die Forschenden allerdings sicher, dass schwarze Löcher existieren. Schwarze Löcher ziehen das sie umgebende an und wachsen dadurch immer weiter. Durch die Masse, die sie dadurch aufnehmen, wird gleichzeitig auch ihre Gravitation stärker.



Bild

Musterlösung Supernova

Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch. Besprecht alle unbekanntenen Fachbegriffe und recherchiert diese bei Bedarf.
2. Erstellt einen Steckbrief für die Supernova.
3. Bewertet die Gefahr, die von einer Supernova für unseren Planeten ausgeht.

Argumente für eine Gefahr:

- Wenn eine Supernova in unserer Reichweite ist, könnte es gravierende Auswirkungen auf die Erde und auch die Menschen haben. Die zusätzliche Strahlung könnte beispielsweise gesundheitlichen Schaden anrichten und der Staub könnte die Technik beeinflussen uns immer weiter anziehen, bis es die Erde verschlingt. Dies könnte gefährlich sein, da das Innere eines schwarzen Lochs nicht erforscht werden kann.

Argumente gegen eine Gefahr:

- Das Universum ist sehr groß. Es ist nicht bekannt, dass ein Stern in unserer Nähe in naher Zukunft das Ende seines Lebenszyklus erreicht.
- Die Sonne ist noch über einen langen Zeitraum (mehrere Mrd. Jahre) stabil, sodass die Supernova als Ereignis sehr unwahrscheinlich ist.
- Die genauen Auswirkungen sind letztlich nicht bekannt. Möglicherweise wären diese nicht so groß wie vermutet.

Fazit

Eine Supernova kann potentiell zu einer Gefahr werden, doch die Wahrscheinlichkeit, dass eine in ausreichender Nähe der Erde geschieht, ist sehr gering.

Steckbrief

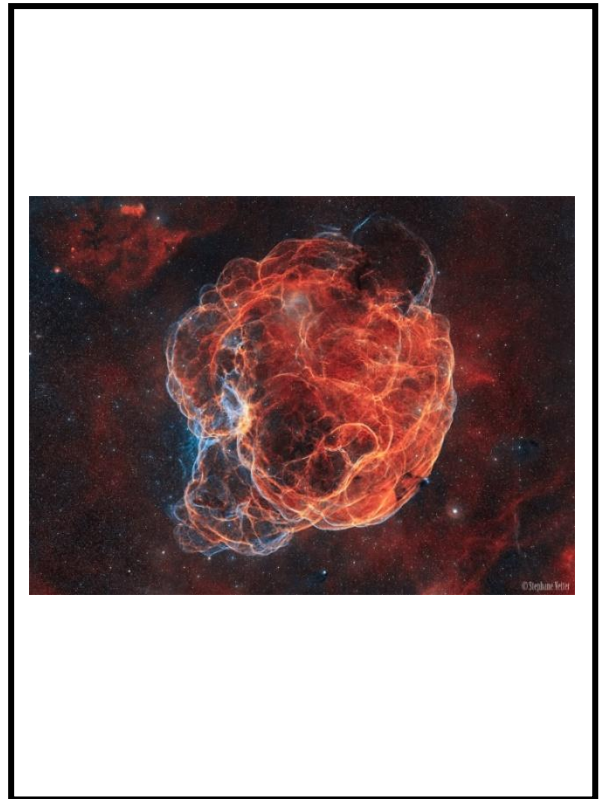
Name: Supernova

Entstehungsgeschichte: Geschieht, wenn ein Stern am Ende seines Lebenszyklus ist und Beschreibt die Explosion dessen

Dort zu finden: Überall im Universum, sofern ein Stern am Ende seines Lebenszyklus ist

Eigenschaften:

- Beeindruckendes und seltenes Phänomen
- Es gibt verschiedene Typen von Supernovae
- Beeinflusst die Umgebung, indem Kosmische Strahlung und Röntgenstrahlung freigesetzt wird



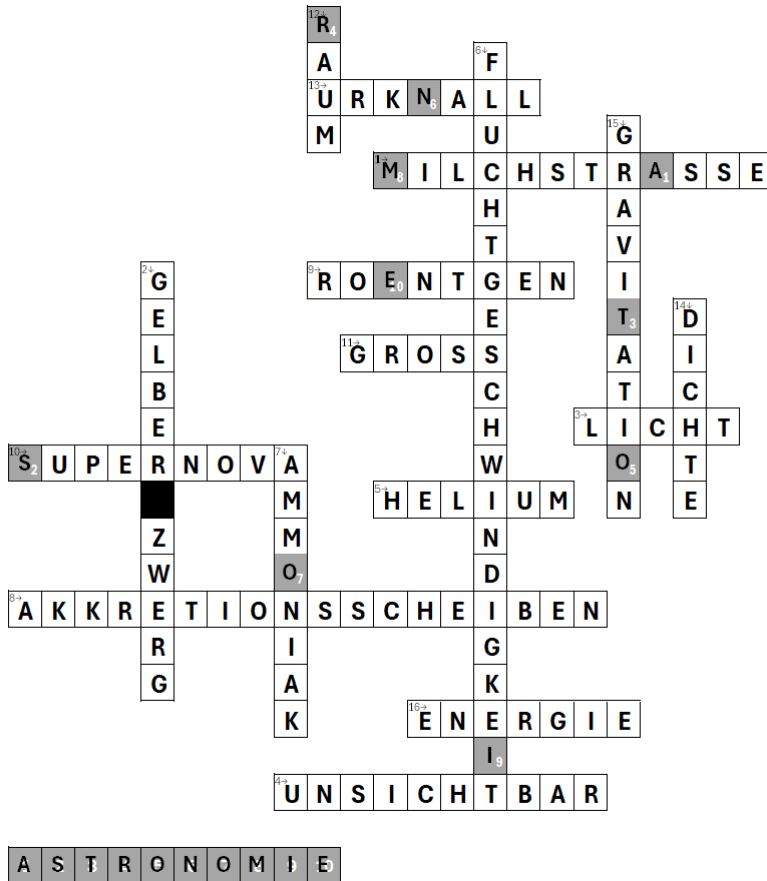
Bild

Wissenswertes:

Auch wenn eine Supernova das Ende eines Sterns bedeutet, steht diese zeitgleich für einen Neuanfang. Denn eine Supernova führt dazu, dass neue Sterne entstehen. Durch die von einer Supernova freigesetzte Strahlung, kann sich Materie verdichten, was wiederum die Entstehung von Sternen begünstigt.

Musterlösung Gruppenaufgaben

1. Löst das Kreuzworträtsel.



1. Heimat der Erde
2. Unsere Sonne (2 Wörter)
3. Erforschung des Universums mithilfe von
4. Ereignisse innerhalb eines schwarzen Lochs
5. Bestandteil Gasriese
6. Mindestgeschwindigkeit, um Gravitationskraft zu überwinden
7. Bestandteil eines Eisriesen
8. Materie auf rotierender Bahn
9. Durch Supernova verbreitete Strahlung
10. Sternexplosion
11. Masse eines schwarzen Lochs
12. Schwarze Löcher beeinflussen
13. Anfang Universum
14. Durch Supernova beeinflusst
15. Zunahme von ... durch Aufnahme von Masse
16. Wird durch Supernova freigesetzt

2. Entwerft einen Werbetext für eine Schulveranstaltung in eurer Schülerzeitung, auf der Astronomie-Projekte vorgestellt werden, um das Interesse eurer Mitschüler:innen zu wecken. Benutzt dafür eure neu gelernten Erkenntnisse. Schreibt mindestens drei Sätze, aber maximal eine halbe Seite.

Keine Musterlösung, da viel Freiheit im Text erlaubt. Der Text sollte die fachlichen Inhalte der Steckbriefe richtig wiedergeben. Die Tippkarten auf der folgenden Seite können den SuS bei Bedarf helfen.

Präsentation moderne Physik

WAS IST HIER ZU SEHEN?

THEMEN IN DER MODERNEN PHYSIK
Astronomie

ABLAUF

1. Gruppenpuzzle
2. Statements
3. Abschluss

GRUPPENPUZZLE

1. Bildet eine Stammgruppe mit 3 Personen und verteilt die drei Expertenthemen.
2. Bildet Expertengruppen. Für jedes Thema gibt es zwei Expertengruppen.
3. Alle Experten stellen ihre Ergebnisse in den Stammgruppen vor und das Rätsel wird bearbeitet.

GRUPPENPUZZLE

Bildet eine Stammgruppe mit 3 Personen und verteilt die Themen.

Galaxien Supernovae

Schwarze Löcher

1. Bildet eine Stammgruppe mit 3 Personen und verteilt die drei Expertenthemen.
2. Bildet Expertengruppen. Für jedes Thema gibt es zwei Expertengruppen.
3. Alle Experten stellen ihre Ergebnisse in den Stammgruppen vor und das Rätsel wird bearbeitet.

GRUPPENPUZZLE

Bildet Expertengruppen. Für jedes Thema gibt es zwei. Bearbeitet euer Thema.

Galaxien Supernovae

Schwarze Löcher

1. Bildet eine Stammgruppe mit 3 Personen und verteilt die drei Expertenthemen.
2. Bildet Expertengruppen. Für jedes Thema gibt es zwei Expertengruppen.
3. Alle Experten stellen ihre Ergebnisse in den Stammgruppen vor und das Rätsel wird bearbeitet.

GRUPPENPUZZLE

Alle Experten stellen ihre Ergebnisse in den Stammgruppen vor. Gemeinsam wird das Rätsel bearbeitet.

Galaxien Supernovae

Schwarze Löcher

1. Bildet eine Stammgruppe mit 3 Personen und verteilt die drei Expertenthemen.
2. Bildet Expertengruppen. Für jedes Thema gibt es zwei Expertengruppen.
3. Alle Experten stellen ihre Ergebnisse in den Stammgruppen vor und das Rätsel wird bearbeitet.

KREUZWORTRÄTSEL

Abbildung 1: Präsentationsfolien 1 - 8 der Stunde moderne Physik

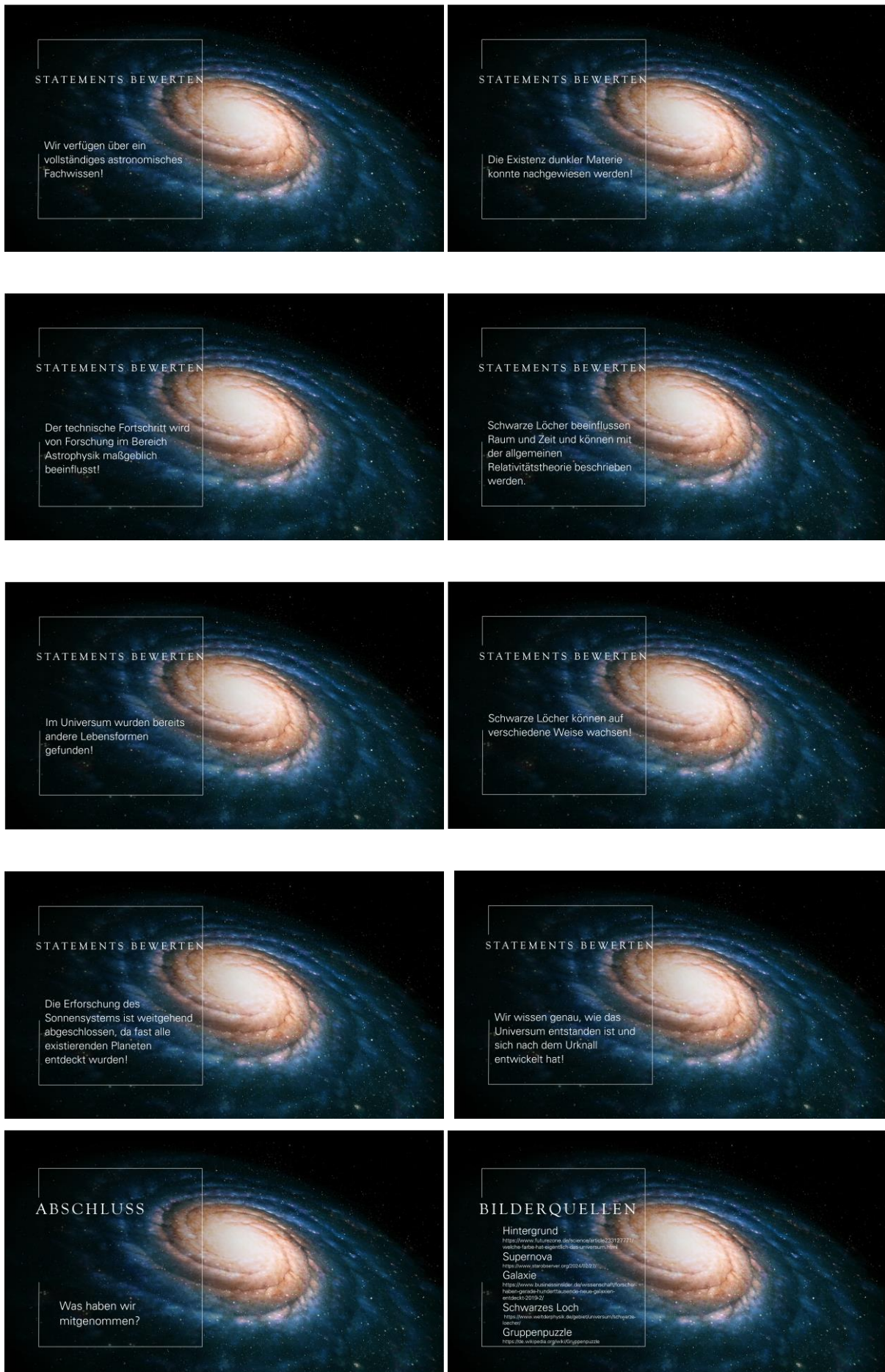


Abbildung 2: Präsentationsfolien 9 – 18 der Stunde moderne Physik

Kreuze bei jeder Frage deine Einschätzung an. Es gibt die folgenden Auswahlmöglichkeiten:

- -: Stimme überhaupt nicht zu	-: Stimme nicht zu	+: Stimme zu	++: Stimme voll und ganz zu
--------------------------------	--------------------	--------------	-----------------------------

Meine letzte Zeugnisnote in Physik war: _____

Block I				
Aussage	--	-	+	++
Forschende in der Naturwissenschaft arbeiten hauptsächlich allein.				
Forschende in der Naturwissenschaft nehmen kaum am sozialen Leben teil.				
Forschende in der Naturwissenschaft kümmern sich kaum um ihr äußeres Erscheinungsbild.				
Forschende in der Naturwissenschaft sind hauptsächlich männlich.				
Forschende in der Naturwissenschaft arbeiten unabhängig von den kulturellen Entwicklungen Ihrer Zeit.				
Forschende in der Naturwissenschaft arbeiten nicht mit anderen Forschenden in der Naturwissenschaft auf verschiedenen Ebenen miteinander zusammen.				

Block II				
Aussage	--	-	+	++
Der Physikunterricht macht mir Spaß.				
Ich interessiere mich für das Schulfach Physik.				
Ich verstehe die Fachinhalte im Physikunterricht.				
Ich interessiere mich auch in meiner Freizeit für das Thema Physik und Wissenschaft.				
Mit meinen Freunden und meiner Familie spreche ich viel über Physik und Naturwissenschaft.				
Später ziehe ich eine Karriere in der Naturwissenschaft in Erwägung.				

Kreuze bei jeder Frage deine Einschätzung an. Es gibt die folgenden Auswahlmöglichkeiten:

- -: Stimme überhaupt nicht zu	-: Stimme nicht zu	+: Stimme zu	++: Stimme voll und ganz zu
--------------------------------	--------------------	--------------	-----------------------------

Meine letzte Zeugnisnote in Physik war: _____

Block I				
Aussage	--	-	+	++
Forschende in der Naturwissenschaft arbeiten hauptsächlich allein.				
Forschende in der Naturwissenschaft nehmen kaum am sozialen Leben teil.				
Forschende in der Naturwissenschaft kümmern sich kaum um ihr äußeres Erscheinungsbild.				
Forschende in der Naturwissenschaft sind hauptsächlich männlich.				
Forschende in der Naturwissenschaft arbeiten unabhängig von den kulturellen Entwicklungen Ihrer Zeit.				
Forschende in der Naturwissenschaft arbeiten nicht mit anderen Forschenden in der Naturwissenschaft auf verschiedenen Ebenen miteinander zusammen.				

Block II				
Aussage	--	-	+	++
Der Physikunterricht macht mir Spaß.				
Ich interessiere mich für das Schulfach Physik.				
Ich verstehe die Fachinhalte im Physikunterricht.				
Ich interessiere mich auch in meiner Freizeit für das Thema Physik und Wissenschaft.				
Mit meinen Freunden und meiner Familie spreche ich viel über Physik und Naturwissenschaft.				
Später ziehe ich eine Karriere in der Naturwissenschaft in Erwägung.				

Block III				
Aussage	--	-	+	++
Diese Stunde war anders als normaler Physikunterricht.				
Ich habe in dieser Stunde nützliche Informationen gelernt.				
Ich habe viel bei der heutigen Unterrichtsstunde mitgearbeitet.				
Diese Physikstunde hat mir Spaß gemacht.				
In dieser Stunde habe ich etwas gelernt, was für mich wichtig ist.				
Diese Stunde war interessanter als normaler Physikunterricht.				
Diese Physikstunde hat mein Interesse an neuen Themenbereichen geweckt.				
Diese Physikstunde motiviert mich, mich auch in meiner Freizeit mit Physik zu beschäftigen.				
Ich habe in dieser Physikstunde besser als normalerweise im Physikunterricht mitgearbeitet.				

Unterrichtsverlaufsplan zu Forschende in der Naturwissenschaft

Phase	Zeit	Lehrerin- und Schüleraktivitäten	Methode/Sozialform	Medien und Materialien
Begrüßung/Orga	5 min	L begrüßt alle SuS, stellt das Thema vor und erledigt alles Organisatorische.	Plenum	PPP
Einstieg	15 min	L zeigt Bilder von verschiedenen Personen und eine Auswahl von Berufen. SuS sollen jeweils einen Beruf zuordnen und ihre Wahl begründen. Auflösung nach Vermutungen der SuS durch Klick auf PPP, das Ergebnis wird dann eingeblendet. Nach allen Personen leitet L zur Arbeitsphase über und präsentiert die Studienlage zum Thema, um Stereotype zu konfrontieren. → Studienlage zu finden im didaktischen Begleitmaterial unter Einstieg.	Plenum	PPP mit den Personen / Druckdatei
Arbeitsphase	25 min	L teilt SuS in Gruppen ein. Jede Gruppe bearbeitet ein anderes Thema und stellt die Inhalte abschließend (3-4 min) vor. Alle Gruppen beschäftigen sich mit Wissenschaftler:innen und ihrer Forschung. Themen: Biographie, Anforderungsprofil von Forschenden, Palette von Wissenschaftler:innen und verschiedene Bereiche in der Naturwissenschaft	Gruppenarbeit	AB für Gruppenarbeit iPad
Pause	5 min			
Arbeitsphase	20 min	Weiter Gruppenarbeitsphase. Bei zeitlichen Schwierigkeiten sind im didaktischen Begleitmaterial Vorschläge, wie die einzelnen Gruppen ihre Aufgaben kürzen können.	Gruppenarbeit	AB für Gruppenarbeit iPad
Sicherung	20 min	SuS stellen ihre Ergebnisse vor und antworten auf Rückfragen.	Plenum	PPP
Abschluss	5 min	L zeigt den SuS eine Karikatur von einem Wissenschaftler. Die SuS sollen die Karikatur zunächst beschreiben und dann begründen, warum die Karikatur nicht der Realität entspricht. L schließt die Stunde danach ab.	Plenum	PPP

Didaktische Begleitmaterialien

Ziele

Die SuS können Unterschiede und Gemeinsamkeiten bei Naturwissenschaftler:innen nennen.

Die SuS wissen, was die naturwissenschaftliche Forschung ausmacht.

Die SuS können eigene Stereotype kritisch hinterfragen und reflektieren.

Bei den SuS wird gezeigt, dass vielfältige Berufe innerhalb der Naturwissenschaft möglich sind.

Idee der Vertretungsstunde

Viele Themen innerhalb der Fachwissenschaft Physik sind interessant, haben aber nicht zwangsläufig Platz im Curriculum. In Vertretungsstunden wird die Unterrichtszeit oftmals nicht optimal genutzt. Diese Zeit kann daher genutzt werden, um genau solche Themen zu besprechen, die sonst keinen Platz im Curriculum haben. Mit dieser Stunde soll das Bild von Wissenschaftler:innen aufgegriffen werden. Viele haben ein bestimmtes Bild von Wissenschaftler:innen im Kopf, das von vielen Stereotypen geprägt ist. Mit dieser Stunde sollen vorhandene Stereotype behandelt werden, sodass möglichst ein realistisches Bild von Wissenschaftler:innen entsteht.

Detaillierte Erläuterung des Ablaufs

Einstieg:

Viele Menschen haben ein bestimmtes Bild im Kopf, wenn sie an Wissenschaftler:innen denken. Um diese Stereotype zu aktivieren und zu hinterfragen, werden verschiedene Bilder mit einer Auswahl an Berufen gezeigt. Die SuS sollen dann vermuten, was die Person auf dem Bild beruflich macht. Nachdem Vermutungen geäußert wurden, löst die Lehrkraft auf. Die Auflösung erscheint auf der PowerPoint beim nächsten Klick durch eine entsprechende Einblendung. Nachdem alle Bilder gezeigt worden sind (Justus Notholt ist der letzte), berichtet die Lehrkraft kurz von Stereotypen von SuS, die innerhalb des „Draw a Scientist“-Tests erforscht wurden:

Inhaltliche Hinweise „Draw a Scientist“-Test

- Um Vorstellungen von SuS zu Wissenschaftler:innen herauszufinden, wurde der „Draw a Scientist“ Test häufig durchgeführt (mittlerweile seit mehr als 5 Dekaden)
- Dabei wurden SuS dazu aufgefordert einen Wissenschaftler zu malen und die Eigenschaften, die diesen ausmachen aufzuschreiben
- Die Ergebnisse zeigten eindeutige Stereotype bezüglich Wissenschaftler:innen. Diese Ergebnisse besagen, dass Wissenschaftler:innen...
 - eher seltsam sind
 - meist männlich sind
 - einen weißen Kittel anhaben
 - nicht attraktiv sind
 - ungepflegt sind
 - von seltsamen Geräten umgeben sind
 - wenig über Geschehnisse außerhalb des Labors wissen
 - intelligent sind
 - gefährliche und geheimnisvolle Arbeit leisten

- alleine arbeiten
- Die Ergebnisse haben sich über die Zeit in manchen Aspekten verändert. Beispielsweise werden mittlerweile mehr Frauen gezeichnet. Trotzdem ist dieser Trend mit zunehmendem Alter rückläufig.
- Trotzdem zeigen diese Tests ein gefestigtes Bild von Wissenschaftler:innen, das so in der Gesellschaft verankert ist und nicht der Realität entspricht.

Arbeitsphase

Die SuS sollen sich in vier Gruppen aufteilen. Jede Gruppe erhält ein Thema und bearbeitet die Materialien dazu. Außerdem sollen alle Gruppen ihr Thema so vorbereiten, dass sie es am Ende der Klasse vorstellen können. Bei großen Klassen können auch mehr als vier Gruppen gebildet werden (z.B. sechs oder acht kleine Gruppen). Dann können Themen doppelt vergeben werden und der Vortrag am Ende kann entweder einer Gruppe zugeteilt oder zwischen beiden Gruppen aufgeteilt werden. Die lange Arbeitsphase ist durch eine Pause kurz unterbrochen. Dies ist allerdings notwendig, da die Arbeitsaufträge in jeder Gruppe durch verschiedene Diskussionen sehr umfangreich sind. Grundsätzlich sollte der Einsatz des iPads für Recherchen erlaubt werden.

Übersicht der Arbeitsblätter & Informationen zu den einzelnen Stationen:

- Thema 1: Biografie
 - 2 Seiten AB für alle SuS der Gruppe von Thema 1
 - Der Link des Videos funktioniert nicht per Weiterleitung. Der QR Code sollte funktionieren. Falls diese Weiterleitung vereinzelt nicht funktioniert, muss der Link händisch eingetippt werden. Alternativ kann aber auch nach „Videoportrait Prof.in Dr. Bärbel Rethfeld“ beispielsweise bei Google gesucht werden. Darüber lässt sich das Video auch finden. Andere Videos sind nicht möglich, da die Fragen sehr speziell sind.
 - AB digital oder analog zur Verfügung stellen
- Thema 2: Anforderungsprofil von Forschenden in der Naturwissenschaft
 - 2 Seiten AB mit Infotext für alle SuS der Gruppe von Thema 2
 - AB digital oder analog zur Verfügung stellen
- Thema 3: Palette von Wissenschaftler:innen
 - 5 Seiten AB mit verschiedenen Wissenschaftler:innen für alle SuS der Gruppe von Thema 3
 - Bestenfalls digital zur Verfügung stellen, damit die Bilder der Wissenschaftler:innen gut erkennbar sind (analog aber auch möglich)
- Thema 4: Verschiedene Bereiche innerhalb der Naturwissenschaft
 - 2 Seiten AB mit Infotext für alle SuS der Gruppe von Thema 4
 - AB digital oder analog zur Verfügung stellen

Entlastungsmöglichkeiten bei Zeitmangel:

- Biografie
 - Aufgabe 2: Erstellung des Steckbriefes von Bärbel Rethfeld weglassen
 - Aufgabe 3: kann durch Lehrkraft als optional gekennzeichnet werden
- Anforderungsprofil der Wissenschaftler
 - Aufgabe 4: kann durch Lehrkraft als optional gekennzeichnet werden
- Palette von Wissenschaftler:innen

- Aufgabe 4: kann durch Lehrkraft als optional gekennzeichnet werden
- Verschiedene Bereiche innerhalb der Naturwissenschaft
 - Aufgabe 2: pro Bereich nur 3 (2) mögliche Berufe vorstellen
 - Aufgabe 4: kann durch Lehrkraft als optional gekennzeichnet werden

Sicherung

In der Sicherung stellen die einzelnen Gruppen ihre Ergebnisse vor. Da jede Gruppe ein anderes Thema hat, sollte hier genügend Raum für mögliche Nachfragen gelassen werden, sodass am Ende alle SuS aus jedem Teilbereich etwas mitgenommen haben.

Falls weniger Zeit als geplant zur Verfügung steht, sollen die Gruppen nur die drei wichtigsten Erkenntnisse ihrer Gruppenarbeit präsentieren.

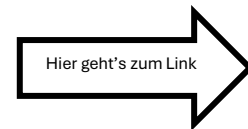
Abschluss

Zum Abschluss zeigt die Lehrkraft eine Karikatur, die einen Wissenschaftler darstellt. Die SuS sollen diese Karikatur zunächst beschreiben und danach begründen, warum dieser Wissenschaftler nicht der Realität entspricht. Die Lehrkraft schließt danach die Stunde ab.

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Biografie

Aufgaben



1. Informiert euch umfassend über Bärbel Rethfeld. Schaut dafür das Video (<https://vcm.uni-kl.de/Panopto/Pages/Viewer.aspx?id=e5e796bc-28a6-459c-9709-afea00b0b9f0>) und notiert stichpunktartig die Antworten auf die einzelnen Fragen.

- a. Was war Ihr erster Berufswunsch?

- b. Wie kamen Sie zu Ihrer Studienfachwahl?

- c. Was hat Sie dazu bewogen, die Wissenschaftskarriere einzuschlagen?

- d. Was waren die größten Herausforderungen auf Ihrem Weg?

- e. Was sind Ihre Forschungsthemen?

- f. Was begeistert Sie an Ihren Forschungsthemen?

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

g. Wie sieht ein typischer Tag für Sie aus?

h. Wie erleben Sie den kollegialen Austausch?

i. Was sind Ihre nächsten Ziele in der Wissenschaft?

2. Diskutiert, ob Bärbel Rethfeld eurem eigenen Bild von einer forschenden Person in der Naturwissenschaft entspricht. Notiert sowohl zutreffende als auch nichtzutreffende Aspekte. Erstellt einen ausführlichen Steckbrief von Bärbel Rethfeld.
3. Überlegt, ob ihr anderen Personen eine Karriere in der Naturwissenschaft empfehlen würdet. Notiert sowohl Argumente dafür als auch dagegen.

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Anforderungsprofil von Forschenden in der Naturwissenschaft

Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch und definiert bei Bedarf unbekannte Fachbegriffe.
2. Erarbeitet, was die naturwissenschaftliche Forschung ausmacht und welche Aspekte daraus für die Arbeitsweise von Wissenschaftler:innen resultieren.
3. Erstellt ein Anforderungsprofil für Wissenschaftler:innen, die alle Aspekte naturwissenschaftlicher Forschung erfüllen können.
4. Erstellt eine Stellenausschreibung für einen Assistenzjob in Leo Gross' Forschungslabor.

1 Physiker im Glück: Wie ein Forscher dank dem Zufall zwei wissenschaftliche 2 Durchbrüche erzielte

3 Das Saubermachen gehörte zu den Aufgaben von Leo Gross. Nach seinem Doktoratsstudium der
4 Oberflächenphysik heuerte er im IBM-Forschungslabor in Rüschlikon an. Unter anderem war er dort
5 dafür zuständig, Oberflächen zu säubern, bevor er sie mit einem Mikroskop untersuchte. Was sich nach
6 einer Aufgabe anhören mag, die Gross nebenbei erledigte, hatte es in sich. Denn Gross beschäftigte
7 sich mit einem Rasterkraftmikroskop, einem der sensitivsten Mikroskope der Welt.

8 Eines Tages konnte Gross statt verschwommener Flächen, die
9 andeuteten, wo Moleküle lagen und wie groß sie etwa waren,
10 deutlich die Strukturen von einzelnen Atomen sehen. Das
11 Mikroskop war plötzlich besser geworden. Bald bemerkte der
12 Forscher, warum dies so war. An der Spitze des Mikroskops
13 klebte ein Molekül, das dort eigentlich nicht hingehörte: ein
14 CO-Molekül, also eine Komposition aus einem Kohlenstoff- und
15 einem Sauerstoffatom.



16 Obwohl Gross eigentlich alles dafür tat, um Verunreinigungen im Mikroskop zu verhindern, hatte sich
17 das CO-Molekül unbemerkt an die Spitze des Mikroskops angeheftet. Dort wirkte es wie ein
18 isolierender Schutzschild: Dank dem Teilchen konnte Gross die Mikroskop-Spitze plötzlich näher an
19 sein Studienobjekt heranführen, ohne dass sich dieses von der Metallspitze des Mikroskops abstieß.
20 Deshalb sah er das Bild detaillierter als zuvor.

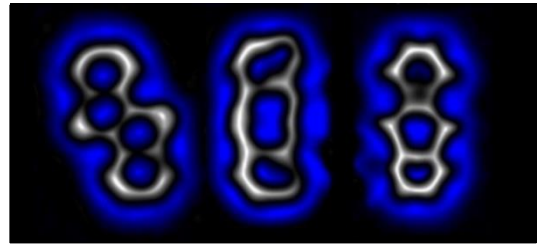
21 Als Gross realisierte, wie nützlich seine Zufallsentdeckung für Labors weltweit sein könnte, verwendete
22 er mehrere Monate darauf, sie mit wissenschaftlichen Methoden zu überprüfen und detailliert zu
23 beschreiben. Dies wiederum brachte dem Wissenschaftler Ruhm: zwei Artikel im renommierten
24 Wissenschaftsjournal «Science» und zwei internationale Preise für herausragende
25 Forschungsarbeiten. Bald benutzten Physiker:innen weltweit den Trick, um ihre Mikroskope zu
26 verbessern.

27 Seither sind 13 Jahre vergangen, und Gross hat sich zum Forschungsleiter des Labors mit dem
28 Rasterkraftmikroskop entwickelt. Jüngst gelang seinem Team wieder ein wissenschaftlicher
29 Durchbruch – ebenfalls per Zufall.

30 Gross' Team versuchte mithilfe des Mikroskops ein Molekül herzustellen, das in der freien Natur nicht
31 vorkommt: ein Molekül mit einem Ring aus 14 Kohlenstoffatomen. Wofür das Molekül gut sein könnte,
32 weiß noch niemand. Allerdings gehört es zu den Aufgaben der Grundlagenforschung, neue Materialien
33 zu finden und ihre Eigenschaften zu erforschen.

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

34 Bei den Experimenten entdeckte das Team etwas
 35 Unerwartetes: Durch das gezielte Beschießen mit
 36 elektrischen Impulsen wechselt das Molekül zwischen
 37 drei verschiedenen Anordnungen. Gross' Team hat
 38 damit aus Versehen einen neuen molekularen Schalter
 39 erfunden. Molekulare Schalter sind in der Natur
 40 allgegenwärtig, steuern fast alles, was innerhalb von



41 lebenden Organismen passiert: Sie reparieren Erbmateriale, so dass keine Krebsgeschwüre entstehen.
 42 Sie setzen Stoffwechselfunktionen um. Aber sie sind bisher noch nicht gezielt steuerbar, weil das
 43 nötige Wissen dafür fehlt.

44 Gelänge es Forschern, molekulare Schalter gezielt einzusetzen, lockten große Fortschritte in der
 45 Nanotechnologie und der Medizin. Das Wissenschaftsjournal «Science» nahm Gross' Forschung daher
 46 auf die Titelseite der aktuellen Ausgabe.

47 Gross muss lachen, wenn er über die Veröffentlichung spricht. «Es sieht aus, als hätten wir von Anfang
 48 an gezielt auf das Resultat hingearbeitet», sagt er. «Dabei wollten wir eigentlich erst etwas ganz
 49 anderes mit den Experimenten erreichen.»

50 Was sich mit der Schalter-Methodik an sich nun machen lässt, wollen Gross und sein Team jetzt
 51 herausfinden. Sie trafen sich daher über das vergangene Wochenende in der spanischen Stadt Santiago
 52 de Compostela, wo einer der Autoren forscht. In Diskussion sind zum Beispiel weitere Studien dazu,
 53 wie sich mit dem Schalter künftige Computer-Bauteile verbessern ließen.

54 Solche Anwendungen liegen aber noch in weiter Ferne, genauso wie jene für die Medizin. Im Moment
 55 stehen noch viele offene Fragen dazu im Raum. «So ist das eben in der Grundlagenforschung: Die
 56 elementarsten Fragen sind noch nicht geklärt», sagt Gross.

57 Blickt Gross heute auf die vergangenen Jahre zurück, sagt er, es sei der Zufall mit dem CO-Molekül
 58 gewesen, der ihm eine Karriere in der Grundlagenforschung erst ermöglicht habe. Man darf nun
 59 gespannt sein, wohin ihn das Glück mit dem molekularen Schalter bringt.

Auf Basis eines Zeitungsartikels aus dem Jahr 2022, Originaltext abrufbar unter: <https://www.nzz.ch/wissenschaft/physiker-im-glueck-wieder-zufall-einen-wissenschaftlichen-durchbruch-brachte-ld.1694246> (Zuletzt zugegriffen am 09.08.2024)

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Palette von Wissenschaftler:innen

Aufgaben

1. Lest euch die Kurzsteckbriefe der einzelnen Wissenschaftler:innen durch.
2. Benennt alle Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Wissenschaftler:innen.
3. Diskutiert, welche Eigenschaften in Bezug auf Wissenschaftler:innen relevant sind.
4. Überlegt, ob ihr selbst euch eine Karriere in der Naturwissenschaft vorstellen könnt und welche Voraussetzungen ihr dafür erfüllen müsst.



Name: Dr. Jane Goodall

Geschlecht: Weiblich

Herkunft: Großbritannien

Höchster Abschluss: Doktorat in Ethologie an der University of Cambridge

Arbeitsumfeld: hauptsächlich Feldforschung allein oder in kleinen Teams in Regenwäldern Afrikas

Familie: Verheiratet, 1 Sohn

Kindheit: Aufgewachsen in London

<https://www.vogue.de/lifestyle/artikel/dr-jane-goodall-zukunft-des-planeten-appell-nachhaltigkeit>

Name: Dr. Neil deGrasse Tyson

Geschlecht: Männlich

Herkunft: Vereinigte Staaten

Höchster Abschluss: Doktorat in Astrophysik an der Columbia University

Arbeitsumfeld: Durchführung komplexer Berechnungen, Entwicklung theoretischer Modelle im Büro oder Labor, Wissenschaftskommunikation für die breite Öffentlichkeit und Mitarbeit in internationalen Forschungsteams

Familie: Verheiratet, 2 Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in New York in einer Familie, die Bildung und Wissenschaft schätzte.



<https://startelkmedia.com/bio/neil-degrasse-tyson/>



Name: Dr. Wangari Maathai

Geschlecht: Weiblich

Herkunft: Kenia

Höchster Abschluss: Doktorat in Biologie an der Universität in Nairobi

Arbeitsumfeld: Arbeit allein oder in internationalen Teams im Bereich Nachhaltigkeit und Umweltschutz. Sie engagierte sich außerdem politisch und setzte sich für Reformen und Frauenrechte ein.

Familie: Verheiratet, 3 Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in einem Dorf in Kenia in einfachen Verhältnissen

<https://www.tribonica.com/biographies/Wangari-Maathai>

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Name: Dr. May-Britt Moser

Geschlecht: Weiblich

Herkunft: Norwegen

Höchster Abschluss: Doktorat in Neurobiologie an der Universität in Oslo

Arbeitsumfeld: experimentelle Untersuchungen im Labor zur Erforschung des Gehirns, meistens innerhalb eines kleinen, engen Teams mit anderen Forschenden

Familie: Verheiratet, 3 Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in Fosnavåg



Name: Dr. Vera Rubin

Geschlecht: Weiblich

Herkunft: Vereinigte Staaten

Höchster Abschluss: Doktorat in Astronomie an der Georgetown University

Arbeitsumfeld: arbeitet oft allein in Observatorien und Laboren, um Daten über die Verteilung der Masse in Galaxien zu sammeln und zu analysieren.

Sie ist eine starke Verfechterin der Zusammenarbeit und des Austauschs von Ideen.

Familie: Verheiratet, 4 Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in Philadelphia

Name: Dr. Subrahmanyan Chandrasekhar

Geschlecht: Männlich

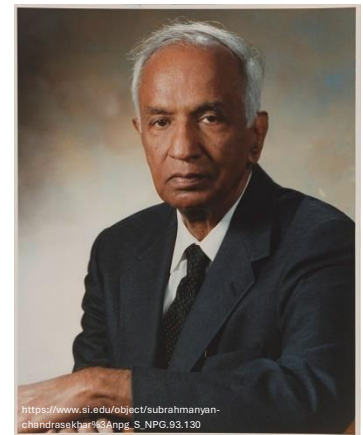
Herkunft: Indien

Höchster Abschluss: Doktorat in Astrophysik an der University of Cambridge

Arbeitsumfeld: Arbeit allein für theoretische Berechnungen und mathematische Modelle in ruhiger Atmosphäre in seinem Büro für bessere Konzentration.

Familie: Verheiratet, 3 Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in Lahore, viele Herausforderungen in akademischer Laufbahn



Name: Dr. Tu Youyou

Geschlecht: Weiblich

Herkunft: China

Höchster Abschluss: Doktorat in Pharmazie an der Peking-Universität

Arbeitsumfeld: Arbeit in multidisziplinären Teams (Chemie, Biologie und Pharmazeuten) für die Erforschung von Heilmethoden mit wissenschaftlichen Methoden

Familie: Verheiratet, Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in Ningbo in einer Familie, die sich mit der Wirkung von Heilkräutern beschäftigt hat

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Name: Dr. Ahmed Zewail

Geschlecht: Männlich

Herkunft: Ägypten

Höchster Abschluss: Doktorat in Chemie an der University of Pennsylvania

Arbeitsumfeld: Arbeit im Labor zur Erforschung von ultraschnellen Prozessen auf atomarer und molekularer Ebene, wobei er alleine oder in kleinen Teams arbeitet

Familie: Verheiratet, 4 Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in Damanhur, emigrierte in die USA



Name: Dr. Lisa Randall

Geschlecht: Weiblich

Herkunft: Vereinigte Staaten

Höchster Abschluss: Doktorat in Theoretischer Teilchenphysik an der Harvard University

Arbeitsumfeld: Arbeitet allein oder in kleinen Teams im Bereich Hochenergiephysik und Kosmologie an theoretischen Modellen oder mathematischen Berechnungen. Überprüfung von Berechnungen durch computerbasierte Simulationen

Familie: Ledig und keine Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in New York in einer Familie, die Bildung schätzte

Name: Dr. David J. Wineland

Geschlecht: Männlich

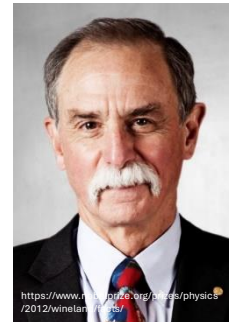
Herkunft: Vereinigte Staaten

Höchster Abschluss: Doktorat in Physik an der Harvard University

Arbeitsumfeld: Experimentelle Erforschung im Bereich der Quantenmechanik in großen multidisziplinären Teams

Familie: Verheiratet, Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in Milwaukee



Name: Dr. Emmy Noether

Geschlecht: Weiblich

Herkunft: Deutschland

Höchster Abschluss: Doktorat in Mathematik an der Universität Erlangen

Arbeitsumfeld: Enge Zusammenarbeit mit Physikern für bedeutende Beiträge in der theoretischen Physik.

Familie: ledig, keine Kinder

Kindheit: Aufgewachsen in Erlangen in einem Haushalt, der Wert auf die Bildung legte. Allerdings viele Herausforderungen durch Geschlechtszugehörigkeit und politische Umstände

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Name: Dr. Mae Jemison
Geschlecht: Weiblich
Herkunft: Vereinigte Staaten
Höchster Abschluss: Doktorat in Medizin an der Cornell University
Arbeitsumfeld: Arbeit bei der NASA (erste afroamerikanische Frau im Weltall), danach verschiedene humanitäre Projekte. Insgesamt umfasst ihre Arbeitsweise eine Mischung aus praktischer medizinischer Forschung und sozialem Engagement.
Familie: ledig, keine Kinder
Kindheit: Aufgewachsen in Decatur



Name: Dr. Valentina Tereshkova
Geschlecht: Weiblich
Herkunft: Russland
Höchster Abschluss: Abschluss an einer technischen Hochschule in Ingenieurwissenschaften
Arbeitsumfeld: Kosmonautin (erste Frau im Weltall), die zur Erforschung der Auswirkungen von Schwerelosigkeit auf den menschlichen Körper beitrug, obwohl sie keine Forscherin auf herkömmlichem Weg war
Familie: Verheiratet, 2 Kinder
Kindheit: Aufgewachsen in Maslennikovo in einfachen Verhältnissen, Arbeit zunächst in einer Textilfabrik

Name: Dr. Dian Fossey
Geschlecht: Weiblich
Herkunft: Vereinigte Staaten
Höchster Abschluss: Doktorat in Verhaltensforschung an der University of Cambridge
Arbeitsumfeld: Feldforschung in den Bergen, um Berggorillas zu beobachten
Familie: ledig, keine Kinder
Kindheit: Aufgewachsen in San Francisco



Name: Dr. Sylvia Earle
Geschlecht: Weiblich
Herkunft: Vereinigte Staaten
Höchster Abschluss: Doktorat in Meeresbotanik an der Duke University
Arbeitsumfeld: Erforschung der Tiefen des Ozeans durch Expeditionen inklusive Tauchgängen
Familie: Verheiratet, Kinder
Kindheit: Aufgewachsen in Gibbstown, New Jersey

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Name: Dr. Xavier Salvatella

Geschlecht: Männlich

Herkunft: Spanien

Höchster Abschluss: Doktorat in Biophysik an der Universität
Barcelona

Arbeitsumfeld: Erforschung von biologischen Molekülen durch
experimentelle und theoretische Ansätze in multidisziplinären Teams

Familie: keine öffentlichen Informationen

Kindheit: Aufgewachsen in Spanien



Name: Dr. Christine Paulin-Mohring

Geschlecht: Weiblich

Herkunft: Frankreich

Höchster Abschluss: Doktorat in Informatik an der
Universität Paris-Sud

Arbeitsumfeld: Erforschung der theoretischen
Informatik durch theoretische Analysen und praktische
Implementierung von Verifikationswerkzeugen und -
methoden

Familie: keine öffentlichen Informationen

Kindheit: Aufgewachsen in Frankreich

Name: Dr. Hugh Durrant-Whyte

Geschlecht: Männlich

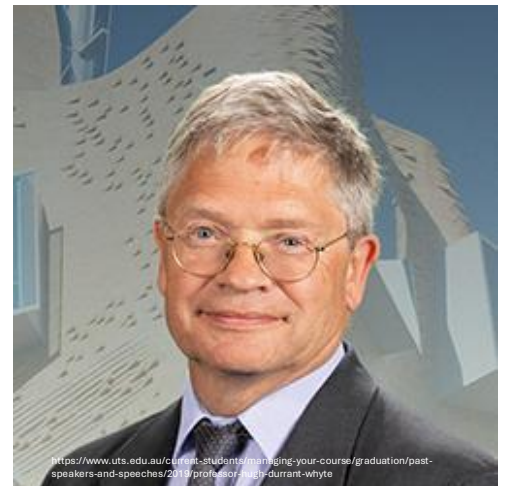
Herkunft: Australien

Höchster Abschluss: Doktorat in Robotik und Informatik an der
University of Oxford

Arbeitsumfeld: Erforschung der mobilen Robotik und autonomer
Fahrzeuge durch Kombination von theoretischer Forschung und
praktischen Anwendungen in enger Zusammenarbeit mit
Industriepartnern für Lösung realer Probleme

Familie: keine öffentlichen Informationen

Kindheit: Aufgewachsen in Australien



Name: Dr. Yuval Ne'eman

Geschlecht: Männlich

Herkunft: Israel

Höchster Abschluss: Doktorat in Physik an der Universität London

Arbeitsumfeld: Forschung im Bereich der Teilchenphysik durch theoretische
Modelle und Theorien, die komplexe Phänomene vorhersagen sollen.
Prominente Figur in israelischer Wissenschaftsgemeinschaft

Familie: keine öffentlichen Informationen

Kindheit: Aufgewachsen in Israel

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Verschiedene Bereiche innerhalb der Naturwissenschaft

Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch und definiert bei Bedarf unbekannte Fachbegriffe.
2. Erstellt für drei Bereiche (Chemie, Physik und Biologie) in der Naturwissenschaft eine Übersicht über die möglichen Berufe (pro Bereich mindestens 5). Stellt kurz dar, was diese Berufe ausmacht und welche Tätigkeiten sie umfassen. Recherchiert dafür bei Bedarf im Internet.
3. Diskutiert, welche Personen für die einzelnen Berufe geeignet sind, indem ihr überlegt, welche Eigenschaften Personen in den einzelnen Berufen benötigen.
4. Überlegt, in welchem Beruf ihr euch selbst wiederfinden könntet und welche Ausbildung dafür notwendig wäre.

Chemie, Biologie, Physik und Co.: Berufe mit Naturwissenschaften

Die Bandbreite an Berufen in den Naturwissenschaften ist groß. Ob in Forschung und Lehre, der freien Wirtschaft oder dem öffentlichen Dienst: Es locken attraktive Jobs und gute Gehälter.

Was ist Naturwissenschaft?

Unter dem Begriff der Naturwissenschaften werden all diejenigen Wissenschaften gebündelt, die sich mit den Phänomenen der Natur beschäftigen und diese erforschen. Zu den naturwissenschaftlichen Fächern gehören die Biologie, die Chemie, die Physik und die Astronomie. Häufig werden auch die Agrarwissenschaften, die Genetik, die Physiologie und die Geowissenschaften zu den Naturwissenschaften gezählt. Die Mathematik wird nicht den Naturwissenschaften zugerechnet, gilt aber als Hilfswissenschaft – sie ist Voraussetzung für die Beobachtung, Messung und Analyse der Natur und ihrer Phänomene.

Durch fortschreitende Möglichkeiten in der Forschung und eine Fokussierung auf interdisziplinäres Arbeiten und Forschen haben sich in den vergangenen Jahrzehnten zudem neue Fachbereiche herausgebildet. Darunter zählen beispielsweise naturwissenschaftliche Fächer wie Biochemie, Umweltwissenschaften oder auch die Bio- und Astrophysik.

Naturwissenschaftliche Studiengänge

In Deutschland stehen Interessierten eine Vielzahl naturwissenschaftlicher Studiengänge zur Auswahl. Allein in den Fächern Physik, Chemie und Biologie gibt es in Deutschland laut „HeyStudium“ mehr als 1.000 Studiengänge an 122 Hochschulen (Stand Januar 2024).

Die Naturwissenschaften sind beliebte Fächer für einen Dokortitel. In keinem Fachbereich promovieren so viele Absolvent:innen wie in den Naturwissenschaften.

Welche Berufe in den Naturwissenschaften gibt es?

Naturwissenschaftlern bieten sich vielfältigste Karriereperspektiven und Berufe: als Forscher:in an Universitäten oder Instituten, als Lehrkraft an Schulen, als Wissenschaftsreferent:in in Behörden oder Unternehmen. Auch beispielsweise das Gesundheitswesen, Ingenieur- oder Consultantbüros, die Medien, die Lebensmittel- oder Pharmaindustrie und der Bereich Umwelt- und Naturschutz bieten attraktive Berufsperspektiven. Auch Branchen wie Versicherungen oder Finanzdienstleister können – gegebenenfalls mit einer entsprechenden Weiterbildung – Arbeitgeber für Naturwissenschaftler:innen sein. Außerdem gibt es in jedem Fachbereich Laborant:innen sowie Forscher:innen und

Vertretungsstunde Forschende in der Naturwissenschaft	Fach: Physik	Klasse:
	Lehrkraft:	Name:
	Schuljahr:	Datum:

Entwickler:innen. Und auch im Menschen mit Interesse an Journalismus oder dem Schreiben von Texten, sind für eine Karriere beispielsweise als Wissenschaftsjournalist:in oder Wissenschaftsredakteur:in geeignet.

Berufe im Labor

Biolog:in, Bioinformatiker:in, Chemiker:in, Umweltingenieur:in, Pharmazeutisch-, Chemisch-, Medizinisch- oder Biologisch-technische:r Assistent:in: Die Liste der Berufe im Labor ist lang. Die Labore selbst, ob im medizinischen oder Umwelt- und Lebensmittelbereich angesiedelt, können in Forschungseinrichtungen, Universitäten oder Unikliniken eingebunden sein. Wer über entsprechende Führungsqualitäten, die fachliche Qualifikation und die nötige Ambition verfügt, kann eine Stelle als Laborleiter oder Laborleiterin anstreben.

Lebensmittelchemiker:in

Lebensmittelchemiker:innen entwickeln Maßstäbe zur Beurteilung der Qualität von Produkten, die im weiteren Sinne konsumierbar sind – vorrangig Nahrungsmittel, aber auch beispielsweise kosmetische Produkte oder auch Haushaltsmittel wie Wasch- oder Putzmittel. Sie analysieren und beurteilen die Inhaltsstoffe auf Unbedenklichkeit und überwachen die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben. Ihr Job ist es, Verbraucher:innen zu schützen sowie Produkte und deren Inhaltsstoffe für die Anwender:innen transparent zu machen.

Medical Manager/Medical Science Liaison Manager:in

Wer nach dem naturwissenschaftlichen Studium eine Stelle in der Industrie anstrebt, kann zum Beispiel Pharmaunternehmen bei der Vermarktung und Zulassung ihrer Produkte unterstützen. Medical Manager:innen oder Medical Science Liaison Manager:innen beispielsweise bilden die Schnittstelle zwischen der Forschungsabteilung, Ärzt:innen und Kliniken sowie Kontroll- und Zulassungsgremien – sie informieren diese über Ergebnisse klinischer Studien neuer oder weiterentwickelter Medikamente und Impfstoffe, beraten über Einsatzmöglichkeiten, Dosierung und Nebenwirkungen oder sind Ansprechpartner in allen medizinischen Fragen rund um das Produkt.

Medizinphysiker:in

Die moderne Medizin arbeitet mit hoch technologisierten Geräten. Ihre (Weiter-)Entwicklung, Wartung und Inbetriebnahme obliegt darauf spezialisierten Medizinphysiker:innen. Einige Hochschulen bieten Medizinphysik-Studiengänge an, doch auch ein Physikstudium kann mit einer entsprechenden Weiterbildung Basis dieses Berufs sein.

Naturwissenschaftliche:r Forensiker:in

Die Forensik beschreibt verschiedene wissenschaftliche und technische Arbeitsbereiche, die sich mit der Erforschung krimineller Handlungen auseinandersetzen. Naturwissenschaftliche Teilbereiche und somit mögliche Arbeitsfelder für Naturwissenschaftler:innen sind beispielsweise Aufgaben in der DNA-Analyse (Biologie) oder die forensische Chemie, die unter anderem für die Untersuchung von Schmauchspuren, toxikologischen Spuren oder Betäubungsmitteln zuständig ist.

Musterlösung Biografie

Aufgaben

1. Informiert euch umfassend über Bärbel Rethfeld. Schaut dafür das Video (<https://vcm.uni-kl.de/Panopto/Pages/Viewer.aspx?id=e5e796bc-28a6-459c-9709-afea00b0b9f0>) und notiert stichpunktartig die Antworten auf die einzelnen Fragen.

- a. Was war Ihr erster Berufswunsch?

Keinen klaren Wunsch, vielleicht Feuerwehrfrau

- b. Wie kamen Sie zu Ihrer Studienfachwahl?

Lange zwischen Mathe und Physik geschwankt, auch Elektrotechnik war eine Option. Elektrotechnik wurde ausgeschlossen, da dort zu viele Männer waren und es zu angewandt ist. Letztlich hat sie sich für Physik entschieden, da sie das Schulfach in Physik interessanter fand und ein größeren Aha-Effekt hatte

- c. Was hat Sie dazu bewogen, die Wissenschaftskarriere einzuschlagen?

Das war keine klare Entscheidung, die man trifft, sondern man hat Glück gehabt, wenn man die ganze Zeit in der Wissenschaft arbeiten kann. Industrie und Lehramt waren immer Plan B. Aber sie freut sich darüber, dass sie immer noch forschen kann.

- d. Was waren die größten Herausforderungen auf Ihrem Weg?

Ungewissheit, als sie ihren Plan B verlassen hat mit dem Erhalt eines Stipendiums. Außerdem war sie alleinerziehend mit zwei Kindern (4 und 7), was nicht einfach war und so auch nicht üblich ist, wenn man Professorin werden möchte.

- e. Was sind Ihre Forschungsthemen?

Theoretische Physik, also die Berechnung von verschiedenen Dingen im Bereich der Festkörperphysik. Konkret werden Objekte mit Lasern bestrahlt und die Auswirkungen untersucht. Dies findet Anwendung in der Behandlung von Augen mit Lasern.

- f. Was begeistert Sie an Ihren Forschungsthemen?

Sie mag es Sachen auszurechnen und diese mit Experimenten überprüfen zu lassen. Sie findet es aber auch gut, wenn sie einen Aha-Effekt hat und sie unbekannte Phänomene verstehen kann. Außerdem mag sie den Austausch mit Kolleg:innen auf Konferenzen. Und sie mag die Lehre, da sie dort das Gefühl des Verstehens weitertragen kann.

- g. Wie sieht ein typischer Tag für Sie aus?

Es gibt keine typischen Tage. Sie liest Dinge, entwirft Vorträge, Entwürfe von Studenten und Kolleg:innen kontrollieren, sich Dinge erzählen lassen und diese dann beurteilen und die richtigen Fragen bei Projekten von Mitarbeitern stellen. Manche Aufgaben haben Fristen, andere wiederum nicht, sodass davon abhängig Dinge verschoben werden. Außerdem gibt es Videotermine, administrative Aufgaben, sie hat ihre zwei Töchter, die sie unterstützt, kocht oder macht etwas im Garten. Manchmal wird vormittags gearbeitet, manchmal nachmittags. Manche Termine sind fest, aber vieles ist flexibel.

- h. Wie erleben Sie den kollegialen Austausch?

Sehr gut. Sie freut sich meistens ihre Kolleg:innen auf Konferenzen wiederzusehen. Es herrscht ein netter, wertschätzender und familienfreundlicher Umgang an ihrem Arbeitsplatz.

- i. Was sind Ihre nächsten Ziele in der Wissenschaft?

Sie möchte gern in Business bleiben und mit einem neuen Computerprogramm neue physikalische Fragestellungen zu lösen.

2. Diskutiert, ob Bärbel Rethfeld eurem eigenen Bild von einer forschenden Person in der Naturwissenschaft entspricht. Notiert sowohl zutreffende als auch nichtzutreffende Aspekte. Erstellt einen ausführlichen Steckbrief von Bärbel Rethfeld.

Diskussion basierend auf eigenem Bild von forschenden Personen, daher keine Musterlösung.

Steckbrief

Name: Bärbel Christine Rethfeld

Geburtsdatum: 19. Juni 1970 in Bremen

Familie: Zwei Kinder, geboren im Juni 2001 und Mai 2004

Hobbys: Garten, Kochen

Ausbildung:

- 1989 Abitur an der Waldschule Schwanewede, Niedersachsen
- 1989-1995 Studium der Physik an der TU Braunschweig
- 1995 Diplom in Physik
- 1999 Promotion in Theoretischer Physik an der TU Braunschweig



Beruflicher Werdegang:

- 1999-2001 Postdoc an der Universität Essen
- 2001-2005 Lise Meitner Stipendium des Landes Nordrhein-Westfalen
- 2006-2007 Wissenschaftliche Assistentin an der GSI und TU Darmstadt
- 2007-2013 Leiterin einer Emmy Noether-Nachwuchsgruppe an der TU Kaiserslautern
- 2009 Gastprofessur an der Universität Paris Sud
- 2012 Ruf auf eine Professur an der Universität Duisburg-Essen
- Seit 2013 Heisenberg-Professur für Angewandte Theoretische Physik an der TU Kaiserslautern

Forschungsschwerpunkte:

- Ultrakurzzeitdynamik laserangeregter Festkörper
- Dynamik angeregter Festkörper auf kurzen Zeitskalen

Weitere Funktionen:

- Gleichstellungsbeauftragte an der TU Kaiserslautern

3. Überlegt, ob ihr anderen Personen eine Karriere in der Naturwissenschaft empfehlen würdet. Notiert sowohl Argumente dafür als auch dagegen.

Pro	Contra
Bei Interesse an naturwissenschaftlichen Themen macht diese Laufbahn Spaß	Herausfordernd, vor allem Vereinbarkeit von Familie und Beruf (Trotzdem möglich)
Neue Phänomene können erforscht werden	Lange Ausbildung
Gutes Arbeitsumfeld	
Es gibt mögliche Ausweichpläne	
Vielfältige Anforderungen	

Musterlösung Anforderungsprofil von Forschenden in der Naturwissenschaft

2. Erarbeitet, was die naturwissenschaftliche Forschung ausmacht und welche Aspekte daraus für die Arbeitsweise von Wissenschaftler:innen resultieren.

Die Formulierungen können abweichen. Dies sind die Werte aus der Natur der Naturwissenschaften (NdN). Die SuS sollen möglichst auf manche von diesen Aspekten sinngemäß kommen. Die Zeilenangaben lassen Rückschlüsse auf die NdN Inhalte zu, aber auch weitere Textstellen können diese Thesen stützen.

Physikalische Erkenntnisse sind belastbar

- Physikalisches Wissen entwickelt sich kumulativ: Physikalische Erklärungen für natürliche Ereignisse wurden von vielen Menschen aus verschiedenen Nationen über eine lange Zeit hinweg verfeinert und korrigiert. (Z. 21-23, Z. 44-46, Z. 50-53)
- Forscher:innen halten so lange an einer neu erarbeiteten Erklärung fest, bis diese bei anderen Forscher:innen weitere Anhänger findet oder bis die Erkenntnis von anderen Forschern mit besseren Argumenten widerlegt werden kann. (Z. 25-26)

Physikalische Erkenntnisse sind vorläufig

- Physikalische Erklärungen unterliegen einer stetigen Überprüfung und Verbesserung. (Z. 21-23, Z. 44-46)
- Physikalische Erklärungen (Modelle, Theorien) werden auf der Grundlage neuer Erkenntnisse und Forschungsmethoden häufig verändert oder verworfen. (Z. 55-56)

Physikalische Forschung entwickelt Erklärungen für natürliche Ereignisse

- Physikalische Erkenntnisse entstehen durch physikalische Argumentation: Für neue Ideen müssen Belege angegeben werden, z.B. Messwerte, logische Schlussfolgerungen, Befunde anderer Forscher*innen usw. Die neuen Ideen und die Belege dafür müssen logisch und inhaltlich zusammenpassen. (Z. 50-53)

Physikalische Ergebnisse werden begutachtet und überprüft

- Neue Erkenntnisse von Forscher:innen werden durch andere Mitglieder der wissenschaftlichen Gemeinschaft begutachtet. (Z. 23-25)
- Physik hat - wie alle Naturwissenschaften - besondere Regeln zur Bewertung neuer Erkenntnisse (u.a. Reproduzierbarkeit, Widerlegbarkeit, Neuigkeit, Verlässlichkeit, Fruchtbarkeit für Folgeforschung, logische Schlüssigkeit, Konsistenz zu bestehenden Erkenntnissen). (Z. 21-23)

Physikalische Forschung braucht wissenschaftliche Grundwerte

- Forschung setzt auf menschliche Qualitäten wie Ausdauer, Präzision, Logik, Phantasie und Kreativität. (Z. 21-23, Z. 30-33)
- Forschung setzt auf wissenschaftliche Grundwerte wie Offenheit, Ehrlichkeit und Skepsis. Diese Werte helfen, Wissenschaft von Nicht-Wissenschaft zu unterscheiden. (Z. 21-23, Z. 25-26, Z. 47-49)

Phys. Forschung ist methodisch vielfältig, aber nicht beliebig

- Physikalische Untersuchungen verwenden eine Vielzahl von Methoden und Werkzeugen, um Messungen und Beobachtungen durchzuführen (Z. 21-23, Z. 52-53)
- Die Methoden und Werkzeuge zur Beantwortung von Forschungsfragen hängen von diesen Fragen ab. (Z. 30-33, 52-53)

Physik wird im Alltag angewendet

- Menschen nutzen in ihren Berufen und im Alltag physikalisches Wissen und Fähigkeiten, die auch Physiker:innen brauchen. (Z. 44-45)

Physik hat die Welt verändert

- Lösungen für aktuelle Probleme, die mit Hilfe von Physik und Technologie gefunden werden, haben Auswirkungen auf andere Bereiche der Gesellschaft. (Z. 39-43, Z. 44-45)

Die Anwendung physikalischen Wissens ist (auch) eine moralische Frage

- Die Verwendung von wissenschaftlichen Erkenntnissen kann positive, schädliche oder unbeabsichtigte Folgen haben. (Z. 34-37)

Phys. Forschung braucht Zusammenarbeit

- Phys. Forschung kann die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Naturwissenschaften beinhalten. (indirekt durch die Verweise auf Disziplinen wie Medizin oder Computer-Technik, Z. 44-45, Z. 52-53)
- Männer und Frauen unterschiedlicher sozialer, kultureller und ethnischer Herkunft arbeiten als Physiker:innen. (Z. 51-52)

Phys. Forschung ist beeinflusst von Kultur, Gesellschaft und Individuum

- Wissenschaftliche Forschung ist durch die verfügbaren menschlichen Fähigkeiten, Technologien und Materialien beschränkt. (Z. 42-45)
- Wertvorstellungen und Bedürfnisse der heutigen Gesellschaft können den Fokus der wissenschaftlichen Forschung beeinflussen. (Z. 50-53)

3. Erstellt ein Anforderungsprofil für Wissenschaftler:innen, die alle Aspekte naturwissenschaftlicher Forschung erfüllen können.

Dies ist ein Lösungsvorschlag, andere Formulierungen oder Schwerpunkte sind auch möglich.

Wissenschaftler:innen sollten:

Ausbildung & Fachliche Kompetenzen

- Abschluss in einem naturwissenschaftlichen Fach wie Chemie, Biologie, Physik oder Mathematik
- Je nach Forschungsbereich können auch andere Studiengänge wie Medizin, Umweltwissenschaften oder Verbraucherstudien relevant sein
- Häufig wird eine Promotion oder Habilitation als zusätzliche wissenschaftliche Qualifikation erwartet
- Tiefes Fachwissen und Expertise in einem spezifischen Forschungsgebiet
- Fähigkeit zu selbstständiger, innovativer und interdisziplinärer Forschung
- Methodenkompetenz in Bereichen wie Datenanalyse, Experimente, Modellierung

Überfachliche Kompetenzen:

- Gute Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten
- Teamfähigkeit und Kooperationsbereitschaft
- Projektmanagement-Kompetenzen
- Kreativität und Problemlösungsfähigkeit
- Ergebnisoffenes Arbeiten

Weitere Anforderungen:

- Bereitschaft zu Mobilität und flexiblen Arbeitszeiten
- Publikations- und Drittmittelakquise-Erfahrung

- Pädagogische Eignung für Lehre und Nachwuchsförderung
- Alleinstellungsmerkmale, die sich von Mitbewerbern abheben

4. Erstellt eine Stellenausschreibung für einen Assistenzjob in Leo Gross' Forschungslabor.

Dies ist lediglich ein Lösungsvorschlag, viele andere Lösungen sind auch möglich.

Physikalisch-technischer Assistent (w/m/d) für verschiedene Laborarbeiten

Wir suchen für den Bereich Physik im Forschungslabor von Leo Gross zum nächstmöglichen Zeitpunkt unbefristet eine/einen Physikalisch-technische Assistentin / Physikalisch-technischen Assistenten (w/m/d) für verschiedene Laborarbeiten.

Ihre Aufgaben:

- Selbstständige Vorbereitung und Aufbau der Versuche zu den umfangreichen Forschungsvorhaben
- Säuberung des Labors nach Durchführung von verschiedenen Laborversuchen
- Modernisierung und Vorbereitung neuer Versuche in Zusammenarbeit mit den Dozent:innen, Planung und Bestellung der notwendigen Labormaterialien
- Mitarbeit bei der Öffentlichkeitsarbeit (Vorbereitung öffentlicher Vorträge oder auch Leihgaben).

Ihre Qualifikationen :

- Sie haben einen Abschluss als Physikalisch-Technische Assistentin / Physikalisch-Technischer Assistent sowie sehr gute fachliche Grundlagen in den oben genannten Tätigkeitsfeldern
- Die Versuchsvorbereitung erfordert vielseitige physikalisch-technische Kenntnisse, insbesondere in Elektronik und in Datenverarbeitung.
- Sie übernehmen Verantwortung für sich und das Team.
- Selbstständiges Arbeiten ist Ihnen vertraut und Sie sind interessiert an neuen Themenfeldern.
- Sie verfügen über Organisationstalent und verlässliches Zeitmanagement.
- Freundliches und sicheres Auftreten ist für Sie selbstverständlich.
- Insbesondere erwarten wir Freude an nicht alltäglichen technischen Herausforderungen und einer vielseitigen, anspruchsvollen Tätigkeit an einer in Forschung und Lehre international aufgestellten Fakultät.

Werden auch Sie:

Teil eines guten Forschungsteams, welches unter hervorragenden Arbeitsbedingungen in einem internationalen Umfeld arbeitet. Starten Sie beruflich mit einer zielgerichteten Einarbeitung sowie breitgefächerten Weiterqualifizierungsangeboten. Profitieren Sie von flexiblen Arbeitszeitmodellen (Gleitzeit, Homeoffice), diversen Sport- und Freizeitangeboten sowie Kinder- und Ferienbetreuungsangeboten.

Bei Interesse freuen wir uns auf eine Bewerbung unter dem folgenden Kontakt:

info@forschungslaborgross.de

Musterlösung Palette von Wissenschaftler:innen

1. Lest euch die Kurzsteckbriefe der einzelnen Wissenschaftler:innen durch.
2. Benennt alle Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Wissenschaftler:innen.

Gemeinsamkeiten	Unterschiede
Höchster Abschluss ist das Doktorat in einer Naturwissenschaft	Geschlecht
	Herkunft
	Arbeitsumfeld
	Arbeitsweise
	Familie
	Kindheit
	Aussehen

3. Diskutiert, welche Eigenschaften in Bezug auf Wissenschaftler:innen relevant sind und welche nicht. Begründet eure Entscheidung.
 - Lediglich die fachlichen Kenntnisse sind relevant, wenn über Wissenschaftler:innen gesprochen wird
 - Das Aussehen und andere biologische Merkmale sind nicht relevant
 - Die Herkunft und das Umfeld sind grundsätzlich auch nicht relevant, aber beeinflussen teilweise die Mittel und Chancen, die eine Person hat
 - Die Arbeitsweise ist nicht entscheidend, da wissenschaftliche Erkenntnisse auf verschiedenen Wegen erlangt werden können
4. Überlegt, ob die relevanten Eigenschaften von Wissenschaftler:innen mit den Eigenschaften, die ihr von Wissenschaftler:innen im Kopf hab, übereinstimmen. Notiert die Unterschiede und Gemeinsamkeiten.

Basiert auf persönlichem Bild von Wissenschaftler:innen, daher keine Musterlösung.

5. Überlegt, ob ihr selbst euch eine Karriere in der Naturwissenschaft vorstellen könnt und welche Voraussetzungen ihr dafür erfüllen müsst.

Basiert auf persönlichem Bild von Wissenschaftler:innen, daher keine vollständige Musterlösung.

Voraussetzungen:

- Bereitschaft für eine lange Ausbildung an der Universität
- Zugangsberechtigung für Ausbildung an der Universität

Musterlösung verschiedene Bereiche innerhalb der Naturwissenschaft

Aufgaben

1. Lest den Text aufmerksam durch und definiert bei Bedarf unbekannte Fachbegriffe.
2. Erstellt für drei Bereiche (Chemie, Physik und Biologie) in der Naturwissenschaft eine Übersicht über die möglichen Berufe (pro Bereich mindestens 5). Stellt kurz dar, was diese Berufe ausmacht und welche Tätigkeiten sie umfassen. Recherchiert dafür bei Bedarf im Internet.

Diese Lösung zeigt mögliche Lösungen. Es sind auch andere Berufe möglich.

Chemie

- Chemielaborant*in:
 - Führt chemische Analysen und Experimente im Labor durch
 - Unterstützt Chemiker*innen bei Forschung und Entwicklung
 - Arbeitet in Industriebetrieben, Prüflaboren oder Umweltbehörden
- Produktionsmitarbeiter*in in der Chemieindustrie:
 - Bedient und überwacht chemische Produktionsanlagen
 - Stellt chemische Produkte wie Kunststoffe, Farben oder Reinigungsmittel her
 - Arbeitet in Produktionsstätten der Chemie- und Pharmaindustrie
- Umweltberater*in für Chemikalien:
 - Berät Unternehmen und Behörden zu Umweltauflagen und Chemikalienrecht
 - Entwickelt Konzepte zur Entsorgung und Vermeidung von Chemikalien
 - Arbeitet in Umweltämtern, Beratungsfirmen oder Chemieverbänden
- Lebensmittelchemiker*in:
 - Überprüft die Qualität und Unbedenklichkeit von Lebensmitteln
 - Führt chemische Analysen und Prüfungen im Labor durch
 - Ist in Lebensmittelbetrieben, Prüflaboren oder Behörden tätig
- Vertriebsmitarbeiter*in für Chemikalien:
 - Berät Kunden zu Produkteigenschaften und Anwendungen
 - Akquiriert neue Kunden und betreut bestehende Geschäftsbeziehungen
 - Arbeitet für Chemieunternehmen im Außendienst oder Innendienst

Physik

- Physiklaborant*in:
 - Führt physikalische Experimente und Analysen im Labor durch
 - Unterstützt Physiker*innen bei Forschung und Entwicklung
 - Arbeitet in Industriebetrieben, Prüflaboren oder Forschungseinrichtungen
- Medizinphysiker*in:
 - Wendet physikalische Methoden und Erkenntnisse in der Medizin an, z.B. in der Nuklearmedizin oder Strahlentherapie
 - Verantwortlich für die fachgerechte medizinische Anwendung von Strahlung
- Luft- und Raumfahrttechniker*in:
 - Entwickelt und konstruiert Flugzeuge, Raketen, Satelliten und andere Raumfahrttechnik
 - Setzt physikalisches Wissen in der Praxis der Luft- und Raumfahrtindustrie ein
- Physiklehrer*in an Schulen:
 - Unterrichtet Physik an Gymnasien, Realschulen oder berufsbildenden Schulen
 - Vermittelt physikalische Grundlagen und Experimente an Schüler*innen

- Produktionsleiter*in in der Industrie:
 - o Verantwortlich für die Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen
 - o Setzt physikalisches Wissen zur Optimierung von Produktionsabläufen ein

Biologie

- Forensikerin
 - o Analyse von Beweismaterial, z.B. von DANN-Spuren
 - o Trifft Aussagen vor Gericht
 - Umweltberater*in:
 - o Berät Unternehmen, Behörden und Privatpersonen zu Umweltthemen
 - o Entwickelt Konzepte zum Umweltschutz und zur nachhaltigen Entwicklung
 - o Arbeitet in Umweltämtern, Beratungsfirmen oder Naturschutzverbänden
 - Zoodirektor*in:
 - o Leitet und verwaltet einen Zoo oder ein Tiergehege
 - o Ist verantwortlich für Tierhaltung, Artenschutz und Öffentlichkeitsarbeit
 - o Benötigt Expertise in Zoologie und Verhaltensbiologie
 - Produktmanager*in in der Biotechnologie:
 - o Entwickelt und vermarktet biotechnologische Produkte und Verfahren
 - o Koordiniert Forschung, Produktion und Vertrieb
 - o Arbeitet in Biotech-Unternehmen oder der Pharmaindustrie
 - Naturschutzreferent*in:
 - o Setzt sich für den Schutz von Natur und Umwelt ein
 - o Entwickelt Konzepte und Projekte zum Erhalt von Ökosystemen
 - o Ist in Naturschutzverbänden, Behörden oder Planungsbüros tätig
3. Diskutiert, welche Personen für die einzelnen Berufe geeignet sind, indem ihr überlegt, welche Eigenschaften Personen in den einzelnen Berufen benötigen.
- Für jeden Job werden andere Qualifikationen benötigt
 - Eine Gemeinsamkeit ist die Ausbildung in einer naturwissenschaftlichen Disziplin
4. Überlegt, in welchem Beruf ihr euch selbst wiederfinden könntet und welche Ausbildung dafür notwendig wäre.

Individuelle Lösungen

Ausbildung meist mindestens Abitur, danach Ausbildung oder Studium, häufiger das Studium

Präsentation Forschende in der Naturwissenschaft











 <p>Was macht Forschende in den Naturwissenschaften aus?</p>	 <p>Ablauf</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einstieg 2. Gruppenarbeit 3. Vorstellung 4. Abschluss 	
 <p>Einstieg</p>	<p>Zu welcher Berufsgruppe gehören die folgenden Personen?</p> <p>Auswahl Richter:in, Bäcker:in, Wissenschaftler:in, Geschäftsführer:in, Mediziner:in, Autor:in, Handwerker:in, Politiker:in, Comedian</p>		<p>Steckbrief</p> <p>Name: Steve Angel Beruf: Geschäftsführer von Linde</p> <p>Auswahl Richter:in, Bäcker:in, Wissenschaftler:in, Geschäftsführer:in, Mediziner:in, Autor:in, Handwerker:in, Politiker:in, Comedian</p>
	<p>Steckbrief</p> <p>Name: Katharine Freese Beruf: Naturwissenschaftlerin im Bereich dunkle Materie & Energie</p> <p>Auswahl Richter:in, Bäcker:in, Wissenschaftler:in, Geschäftsführer:in, Mediziner:in, Autor:in, Handwerker:in, Politiker:in, Comedian</p>		<p>Steckbrief</p> <p>Name: Dorothea Jasper Beruf: Fachärztin für innere Medizin</p> <p>Auswahl Richter:in, Bäcker:in, Wissenschaftler:in, Geschäftsführer:in, Mediziner:in, Autor:in, Handwerker:in, Politiker:in, Comedian</p>
	<p>Steckbrief</p> <p>Name: Herbert Feuerstein Beruf: Journalist, Comedian, Schauspieler und Entertainer</p> <p>Auswahl Richter:in, Bäcker:in, Wissenschaftler:in, Geschäftsführer:in, Mediziner:in, Autor:in, Handwerker:in, Politiker:in, Comedian</p>		<p>Steckbrief</p> <p>Name: Thomas Offenloch Beruf: Richter am Bundesverfassungsgericht</p> <p>Auswahl Richter:in, Bäcker:in, Wissenschaftler:in, Geschäftsführer:in, Mediziner:in, Autor:in, Handwerker:in, Politiker:in, Comedian</p>
	<p>Steckbrief</p> <p>Name: Gabriele Heinen-Kljajic Beruf: Politikerin bei den Grünen</p> <p>Auswahl Richter:in, Bäcker:in, Wissenschaftler:in, Geschäftsführer:in, Mediziner:in, Autor:in, Handwerker:in, Politiker:in, Comedian</p>		<p>Steckbrief</p> <p>Name: Justus Notholt Beruf: Professor an der Uni Bremen, Bereich Umweltphysik</p> <p>Auswahl Richter:in, Bäcker:in, Wissenschaftler:in, Geschäftsführer:in, Mediziner:in, Autor:in, Handwerker:in, Politiker:in, Comedian</p>

Abbildung 3: Präsentationsfolien 1 – 10 der Stunde Forschende in der Naturwissenschaft

Kreuze bei jeder Frage deine Einschätzung an. Es gibt die folgenden Auswahlmöglichkeiten:

- -: Stimme überhaupt nicht zu	-: Stimme nicht zu	+: Stimme zu	++: Stimme voll und ganz zu
--------------------------------	--------------------	--------------	-----------------------------

Block I				
Aussage	--	-	+	++
Der Ablauf der Stunde war für mich klar und nachvollziehbar.				
Ich habe inhaltlich alle Teile der Stunde nachvollziehen können und verstanden.				
Die didaktischen Kommentare waren hilfreich.				
Ich konnte auf Rückfragen der Schüler:innen gut antworten.				
Ich habe die Musterlösung gebraucht.				
Mir hat die Durchführung dieser Stunde Spaß gemacht.				
Ich habe mich während der Durchführung der Stunde sicher gefühlt.				
Alle Materialien waren einfach verwendbar und verständlich.				
Der Einstieg konnte problemlos durchgeführt werden.				
Die Arbeitsphasen konnten problemlos durchgeführt werden.				
Die Sicherung konnte jeweils problemlos durchgeführt werden.				
Die eingeplante Zeit für die einzelnen Teile war viel zu lang.				
Die eingeplante Zeit für die einzelnen Teile war viel zu kurz.				
Ich selbst habe in dieser Vertretungsstunde auch etwas Neues gelernt.				
Ich würde diese Stunde bei passendem Anlass in einer Vertretungsstunde in Physik wiederverwenden.				

Hier ist Platz für Verbesserungsvorschläge der Stunde:

Diese Schülerfragen sind aufgefallen:

Ergebnisse Praxisphase

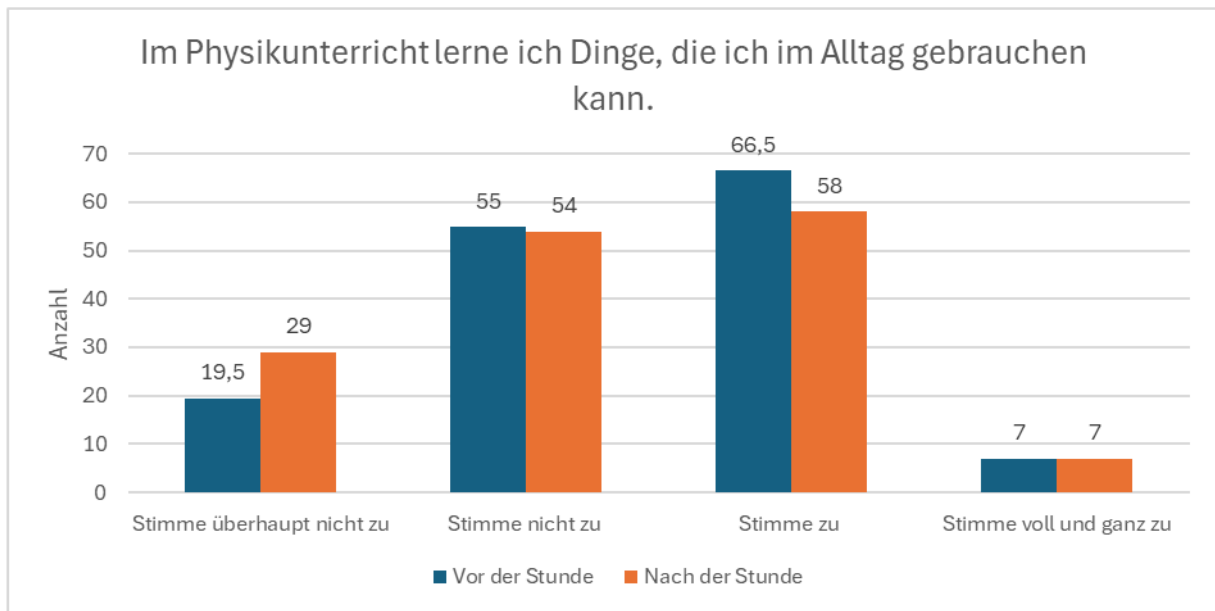


Abbildung 5: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1 Item 3

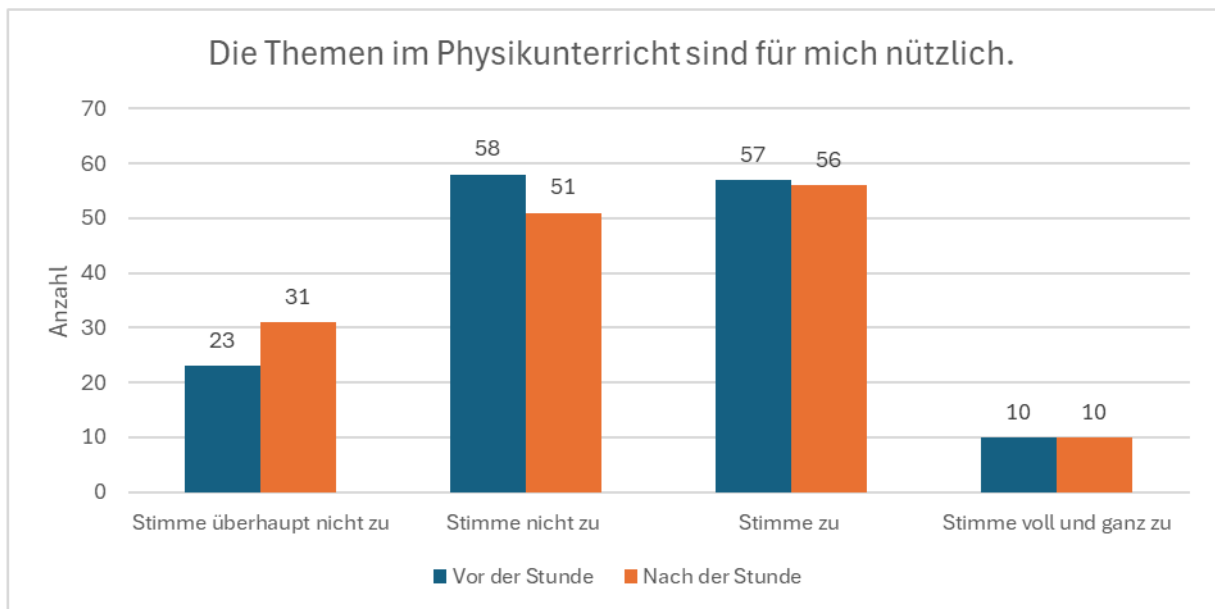


Abbildung 6: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1 Item 5

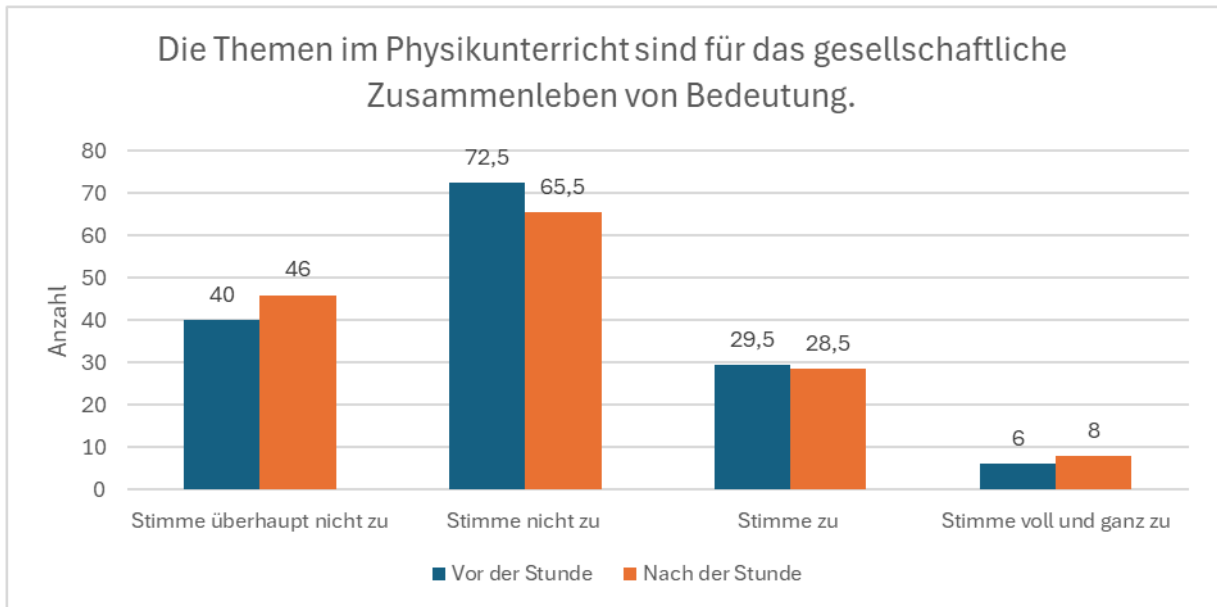


Abbildung 7: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 1 Item 6

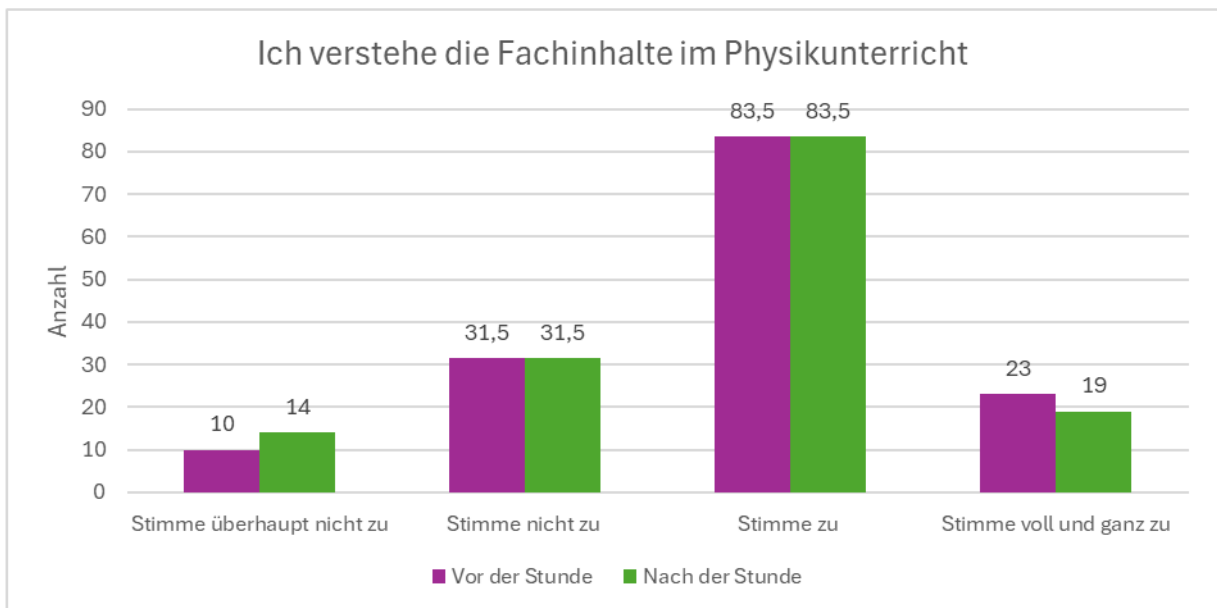


Abbildung 8: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2 Item 4

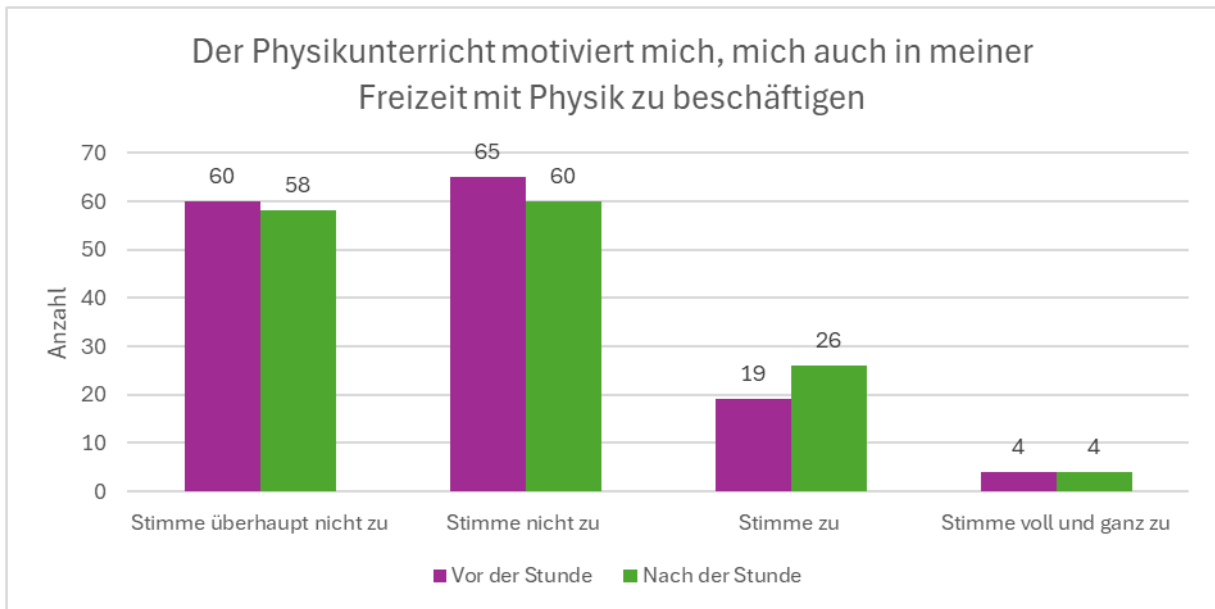


Abbildung 9: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2 Item 5

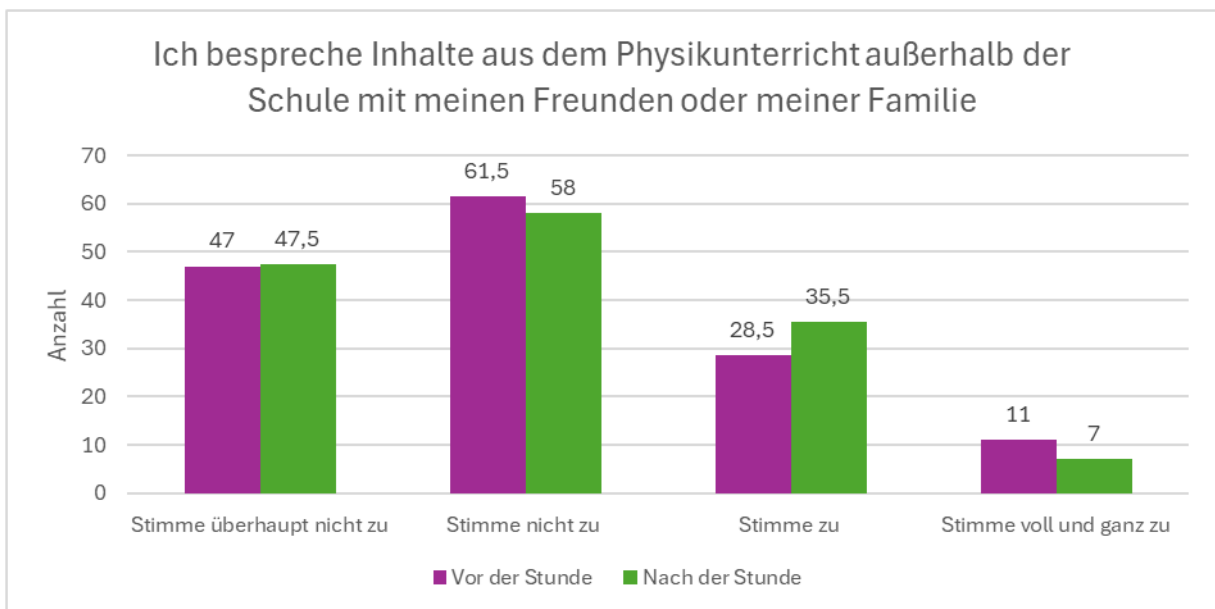


Abbildung 10: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2 Item 6

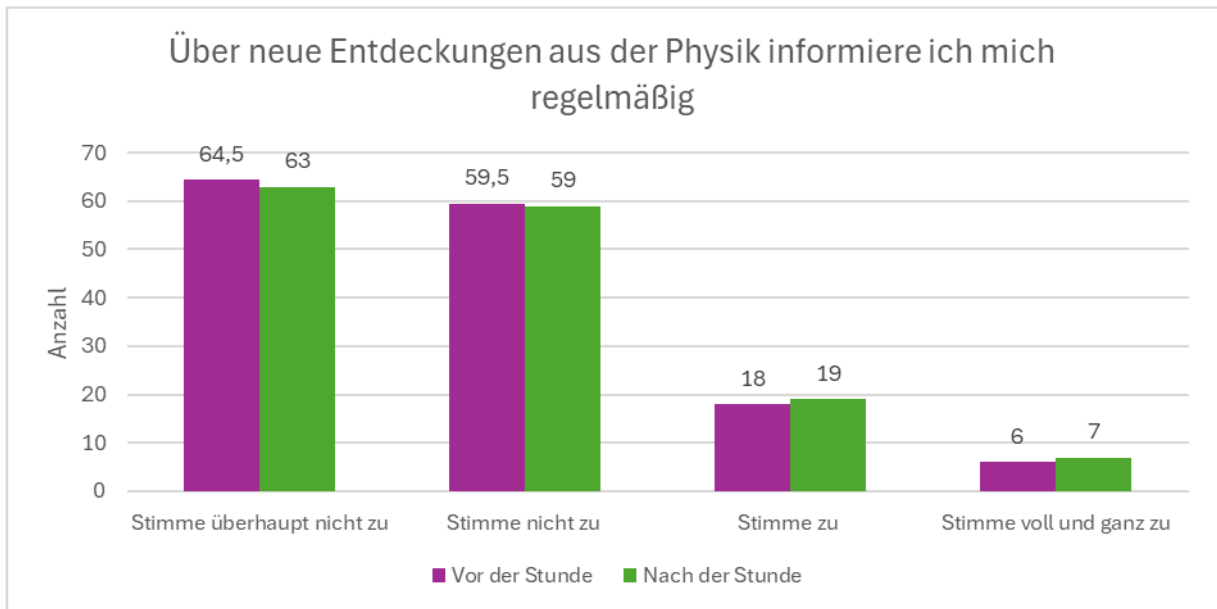


Abbildung 11: Ergebnis Prä- und Posttest MP Block 2 Item 7

Ergebnisse Posttest Lehrkräfte moderne Physik				
Aussage	1	2	3	4
Der Ablauf der Stunde war für mich klar und nachvollziehbar.		1	6	2
Ich habe inhaltlich alle Teile der Stunde nachvollziehen können und verstanden.		1	4	4
Die didaktischen Kommentaren waren hilfreich.			3	6
Ich konnte auf Rückfragen der Schüler:innen gut antworten.	1	4	1	3
Ich habe die Musterlösung gebraucht.			5	4
Mir hat die Durchführung dieser Stunde Spaß gemacht.		2	5	2
Ich habe mich während der Durchführung der Stunde sicher gefühlt.		4	2	3
Alle Materialien waren einfach verwendbar und verständlich.		2	3	4
Der Einstieg konnte problemlos durchgeführt werden.		3	3	3
Die Arbeitsphasen konnten problemlos durchgeführt werden.		4	2	3
Die Sicherung konnte jeweils problemlos durchgeführt werden.		4	3	2
Die eingeplante Zeit für die einzelnen Phasen war viel zu lang.	3	3	3	
Die eingeplante Zeit für die einzelnen Phasen war viel zu kurz.	2	2	3	2
Ich selbst habe in dieser Vertretungsstunde auch etwas Neues gelernt.		3	3	3
Ich würde diese Stunde bei passendem Anlass in einer Vertretungsstunde in Physik wiederverwenden.		3	1	5
Hier ist Platz für Verbesserungsvorschläge der Stunde:				
Verteilung der Zettel → etwas Chaos				
Lösungswort, Markierung nicht zu erkennen				
große Unruhe (zu spät 8./9. Stunde)				
inhaltlich etwas dünn?				
eindeutigere Fragen für das Kreuzworträtsel, Hinweise aus ß und Umlaute				
Besser kopierbare Vorlage				
Mehr Zeit für Begrüßung/Orga // Bei den Kopien des Kreuzworträtsels sind die grauen Lösungsfelder nicht erkennbar. Beim Kreuzworträtsel ist nicht erkennbar, dass keine Umlaute/ß benutzt werden dürfen. Bei 12 würde auch Zeit passen. Bild zum ausschneiden für den Steckbrief beilegen. Zeitlimits für die Phasen in die PPP aufnehmen. Umfang kürzen, dafür didaktische Reserve				
Anzahl der Quizfragen reduzieren, dafür recherchieren und diskutieren lassen				
Vortest nicht eingeplant				
Gruppenbildung dauert immer länger (knappe Zeitplanung)				
Das Material ist gut ausgearbeitet und ansprechend. Auch die Textlänge ist angemessen. Das Kreuzworträtsel könnte etwas größer abgedruckt werden.				
Die Organisation der Gruppen hat länger gedauert als geplant (zu wenig Zeit für Rätsel)				
In den meisten Gruppen hat nur 1 Person gearbeitet				
Alle hatten große Probleme mit dem Kreuzworträtsel (Infos standen nicht im Text)				
Nur wenige SuS haben sich an der öffentlichen Diskussion beteiligt				
Gruppenpuzzle als möglicherweise neue Methode zur Einführung nicht für Vertretungsstunde geeignet				
Rätsel sehr schwierig				
Wie genau werden die Gruppen gebildet?				

Kreativer Text keine Belohnung für schnelle Gruppen	
Diese Schülerfragen sind aufgefallen:	
Es kamen viele Fragen zu Strahlungsarten im Kontext zur kosmischen Hintergrundstrahlung	
Masse, Supernova oder schwarzes Loch	
genauere Aufgaben	
keine	
Wie viele Sterne gibt es innerhalb von 3000LJ?	
Wie weit ist der nächste Stern entfernt?	
Kann ein Stern sterben?	
Dehnt sich das Universum aus? Wo hinein dehnt es sich aus? Wird es sich auch irgendwann wieder zusammenziehen? Kann man das Ende des Universums erreichen, wenn man immer in eine Richtung fliegt?	
Gruppenpuzzle war unklar → vllt bildlich erklären	
Was sind Phänomene?	
Einzelne Fachwörter unklar: Materie	
Ist die Milchstraße ein schwarzes Loch?	
Gibt es auch weiße Löcher?	
physikalische Fachfragen	
Zitat: "Warum können wir nicht sowas in Physik machen?"	

Ergebnisse Posttest Lehrkräfte Forschende in der Naturwissenschaft				
Aussage	1	2	3	4
Der Ablauf der Stunde war für mich klar und nachvollziehbar.		1	3	5
Ich habe inhaltlich alle Teile der Stunde nachvollziehen können und verstanden.		1	1	7
Die didaktischen Kommentaren waren hilfreich.			5	4
Ich konnte auf Rückfragen der Schüler:innen gut antworten.		2	2	5
Ich habe die Musterlösung gebraucht.	2	1	4	2
Mir hat die Durchführung dieser Stunde Spaß gemacht.		2	4	3
Ich habe mich während der Durchführung der Stunde sicher gefühlt.		1	5	3
Alle Materialien waren einfach verwendbar und verständlich.		1	5	3
Der Einstieg konnte problemlos durchgeführt werden.			1	8
Die Arbeitsphasen konnten problemlos durchgeführt werden.		3	4	2
Die Sicherung konnte jeweils problemlos durchgeführt werden.		2	6	1
Die eingeplante Zeit für die einzelnen Phasen war viel zu lang.	5	4		
Die eingeplante Zeit für die einzelnen Phasen war viel zu kurz.	1	3	5	
Ich selbst habe in dieser Vertretungsstunde auch etwas Neues gelernt.	1	3	5	
Ich würde diese Stunde bei passendem Anlass in einer Vertretungsstunde in Physik wiederverwenden.		3	5	1

Hier ist Platz für Verbesserungsvorschläge der Stunde:
Anderes Material, das altersgerechter ist; die SuS hatten eine zu große Distanz zu den Personen und deren Arbeit
Präsentation durch die SuS überdenken; große Gefahr, dass kaum jemand zuhört
URL für Video online bereitstellen
Der Link in GA1 hat leider nicht funktioniert; die Fragen waren recht spezifisch --> daher gut, wenn es alternative Links gäbe
Gruppenarbeiten am Freitag in der 7./8. Stunde sind generell sehr schwierig (Konzentration und Motivation)
Die einzelnen Gruppenaufgaben hätten etwas abwechslungsreicher sein können
bietet sich eher nicht für Vertretung an, da zweistündig (schwierige Absprache bezüglich der Durchführung mit einer zweiten Lehrkraft)
Im Stundenverlaufsplan wird im Einstieg die Studienlage verlangt. Hilfreich wäre auf dem Material die gleiche Überschrift, um es ggf. schnell zu finden.
Die PPP Folien zu den Personen könnten noch Hinweise auf die nächste Folie bekommen (beim nächsten Klick erscheint die Lösung)
20 Minuten waren für die Sicherung (Präsentationen) zu kurz. Einstieg auf 10 min kürzen und Abschluss nur als optional, falls Zeit bleibt?
mehr Zeit für die Sicherungsphase einplanen, die SuS brauchten zu lange in der Einführung & bis sie zur Ruhe kamen war auch eine Weile
Die Zeit für die Fragebögen war nicht eingeplant und hat dadurch die Zeitplanung etwas verschoben
Die Ergebnisse aus dem Draw-a-scientist-Test würde ich mit in die PPT setzen → diese Stereotype sind sonst zu wenig präsent (mussten von mir mehrmals wiederholt werden)
Aufgaben/Texte evtl. kürzen
Weniger Arbeitszettel, evtl. mehr praktische Versuche

Die Klasse hat in der Stunde danach eine KA geschrieben und war extrem laut und unruhig, weshalb die eingeplante Zeit auch gebraucht wurde	
die Abs waren etwas unübersichtlich am Anfang, ich musste da selber erstmal durchsteigen	
Das Video von Bärbel war für die SuS nicht erreichbar	
Diese Schülerfragen sind aufgefallen:	
Keine Fragen nach Präsentationen möglich, da Zeitproblem	
Fragen nur zur Gestaltung des Vortrags: Was ist verlangt, welche Medien etc	
Gibt es auch andere Formen der SuS-Arbeit anstatt Gruppenarbeit	
Was ist ein Anforderungsprofil?	
Station 1 alle gemeinsam, danach aufgeteilt, so gesehen zu wenig Zeit	
Was sind Geowissenschaften und Agrarwissenschaften?	