

Bonner Zentrum für Lehrerbildung (BZL)

**Das Peer-Review-Verfahren als  
wissenschaftliche Qualitätssicherung  
im Unterricht**

Masterarbeit im Fach Physik

vorgelegt von Inga Woeste

inga.woeste@uni-bonn.de

Matrikelnummer: 3019490

betreut durch Prof. Dr. Frank Bertoldi und Jan Heysel

Erstgutachter: Prof. Dr. Frank Bertoldi

Zweitgutachterin: Ricarda Talies

Bonn, den 20. März 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Forschungsfragen</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>2</b>
3.1	Die „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“	2
3.1.1	Unterrichtsmethodischer Ansatz der „EduChallenge“	2
3.1.2	Konzeption der „EduChallenge PaN“	3
3.2	Peer-Review-Verfahren in der Wissenschaft	4
3.2.1	Konzept	4
3.2.2	Zielsetzungen	4
3.2.3	Variationen	6
3.2.4	Chancen und Grenzen	8
3.3	Wissenschaftliches Publikationsverfahren	11
3.3.1	Ablauf des Publikationsprozesses	12
3.3.2	Kennzeichen eines wissenschaftlichen Artikels	14
3.3.3	Merkmale einer wertvollen Feedbackkultur	14
3.4	Peer-Feedback im schulischen Kontext	15
3.4.1	Effektive Gestaltung eines Peer-Review-Verfahrens	15
<b>4</b>	<b>Eingesetzte Materialien und Methoden</b>	<b>17</b>
4.1	Forschungsformat	17
4.2	Konzeption der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren in der „EduChallenge PaN“	17
4.2.1	Zielsetzungen der Unterrichtseinheit	17
4.2.2	Anforderungen an die Lerngruppe und die Lernumgebung	18
4.2.3	Einordnung der Unterrichtseinheit in die „EduChallenge PaN“	18
4.2.4	Übersicht über die Phasen der Unterrichtseinheit	19
4.2.5	Organisation des Peer-Feedbacks	22
4.2.6	Informationsbasis	23
4.2.7	Laborbuch	24
4.2.8	Feedbackbogen für das Peer-Feedback	26
4.3	Durchführung der „EduChallenge PaN“	27
4.4	Erhebungsinstrumente	27
4.4.1	Unterrichtsbeobachtungsbögen	27
4.4.2	Pre-Post-Test	28
4.4.3	Gruppeninterviews mit den Schüler*innen	29
4.4.4	Befragung der Lehrerinnen	29

4.5	Stichprobe	30
4.6	Datenauswertung	30
<b>5</b>	<b>Diskussion der Methoden und Ergebnisse</b>	<b>32</b>
5.1	Betrachtung der Gütekriterien	32
5.2	Darstellung der Ergebnisse	32
5.2.1	Ergebnisse des Pre-Post-Tests	32
5.2.2	Ergebnisse der Auswertung der Laborbücher	34
5.2.3	Ergebnisse der Auswertung der Feedbackbögen	36
5.2.4	Ergebnisse der Auswertung der Beobachtungsbögen	36
5.2.5	Feedback der Schüler*innen	37
5.2.6	Feedback der Lehrerinnen	38
5.3	Diskussion der Ergebnisse	38
5.3.1	Summative Evaluation des zeitlichen Ablaufes	38
5.3.2	Summative Evaluation des inhaltlichen Ablaufes	40
5.3.3	Summative Evaluation der Vorstellungen der Schüler*innen	42
5.3.4	Verbesserungsvorschläge der formativen Evaluation	46
<b>6</b>	<b>Abschlussreflexion</b>	<b>50</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>51</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>55</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>55</b>
	<b>Anhang</b>	<b>56</b>
A	Verlaufsplan der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren	57
B	Seiten der Informationsbasis zum Peer-Review-Verfahren	60
C	Laborbuchseiten zum Peer-Review-Verfahren	66
D	Beispiellösungen zu den Laborbuchseiten zum Peer-Review-Verfahren	71
E	Laborbuchseite zur Reflexion der Forschung	74
F	Feedbackbogen	76
G	Beobachtungsbögen zum Peer-Review-Verfahren	78
H	Pre-Post-Test	84
I	Leitfaden für die Interviews mit den Schüler*innen	89
J	Geplanter und tatsächlicher zeitlicher Verlauf der „EduChallenge PaN“	91
K	Übersicht über die Schüler*innen	93
L	Datenauswertung des Pre-Post-Tests mit der qualitativen Inhaltsanalyse	95
M	Auswertung weiterer erhobener Daten	98

# 1 Einleitung

Wann ist eine Information verlässlich und wann nicht? Und wonach beurteilen wir ihre Qualität? Täglich fluten unüberschaubare Datenmengen das Internet und Social-Media. Zudem gewann mit der Amtszeit des 45. US-Präsidenten der Diskurs über die Begriffe „Wahrheit“ und „Vertrauenswürdigkeit“ an Bedeutung. Auch im Angriffskrieg Russlands gegenüber der Ukraine wird die öffentliche Meinung gezielt mittels Desinformation und falscher Nachrichten beeinflusst (US-Botschaft, 2022). Während manche beim „March for Science“ für den Wert von Wissenschaft und Forschung demonstrieren, glauben andere an Verschwörungstheorien, alternative Fakten und Fake News. Gerade jetzt während der Covid-19-Pandemie ist die Wissenschaft und insbesondere die Wissenschaftskommunikation stark gefordert. „Ein entscheidender Faktor dafür, dass die Menschen der Wissenschaft und Forschung vertrauen können, ist, dass die Mechanismen der wissenschaftlichen Qualitätssicherung funktionieren“ (Rödel, 2020, S. 4). Diese Mechanismen beziehen sich neben dem eigentlichen Forschungsprozess, auch auf andere Aspekte des wissenschaftlichen Arbeitens, wie beispielsweise das wissenschaftliche Publikationsverfahren. Einen wichtigen Beitrag zur Qualitätssicherung und -kontrolle im Publikationswesen leistet insbesondere das Peer-Review-Verfahren. Dies ist eine in der Wissenschaft etablierte Praxis zur Begutachtung von wissenschaftlichen Leistungen und Akteur\*innen durch Fachkolleg\*innen. Als Mechanismus der Qualitätssicherung und Kernelement der Selbststeuerung von Wissenschaft spielt es auch in Berufungsverfahren (Universität Bonn, 2018) und bei der Verteilung von Forschungsressourcen eine wichtige Rolle (Neidhardt, 2016).

Im schulischen Kontext wird Peer-Feedback bereits als Methode eingesetzt, bei der sich die Schüler\*innen gegenseitig Rückmeldungen zu ihren Arbeitsprodukten geben (Anker-Hansen & André, 2019). Ein Bezug zum Peer-Review-Verfahren als wissenschaftliche Praxis wird hierbei, soweit bekannt, jedoch nicht hergestellt. Daher stellt sich die Frage, wie das Peer-Review-Verfahren als Unterrichtsmethode gestaltet und angewendet werden kann, um bei Schüler\*innen ein Verständnis von Konzept und Zielsetzung dieser wissenschaftlichen Praxis zu fördern. In dieser Masterarbeit wurde im Rahmen des Design-Based Research Projekts „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“ eine Unterrichtseinheit und zugehörige Materialien zum Peer-Review-Verfahren entwickelt, erprobt und evaluiert. Dabei wird untersucht, ob die Umsetzung des Peer-Review-Verfahrens als Unterrichtsmethode funktioniert und inwieweit die Vorstellungen der Schüler\*innen zu diesem Verfahren durch die Unterrichtseinheit geändert werden. Für die Datenerhebung wurden ein Interviewleitfaden, Unterrichtsbeobachtungsbögen sowie ein Pre-Post-Test entwickelt, dessen Ergebnisse mit der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) kategorienbasiert ausgewertet wurden. Anhand der Untersuchungsergebnisse werden dann Rückschlüsse auf die Qualität der Unterrichtseinheit gezogen und abschließend Verbesserungsvorschläge skizziert.

## 2 Forschungsfragen

Um zu untersuchen, wie Konzept und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens als naturwissenschaftliche Praxis im Physikunterricht vermittelt und angewendet werden können, fokussiert die erste Forschungsfrage (FF) auf die Gestaltung der Intervention:

*FF1. Wie kann die Intervention gestaltet werden?*

Dabei werden zunächst das Peer-Review-Verfahren (s. Kapitel 3.2) und das Publikationsverfahren (s. Kapitel 3.3) in der Wissenschaft betrachtet und in diesem Zusammenhang ein Bezug zum Peer-Review im schulischen Kontext hergestellt, indem Ergebnisse bestehender Forschungsarbeiten aufgezeigt werden (s. Kapitel 3.4). Auf der Basis dessen wird dann eine Unterrichtseinheit entworfen (s. Kapitel 4.2).

Außerdem soll untersucht werden, ob das Peer-Review-Verfahren als Methode wie geplant in den Unterricht eingebaut werden kann und inwieweit sich dadurch die Vorstellungen der Schüler\*innen zu Ablauf und Zielsetzungen des Verfahrens ändern (s. Kapitel 5.3). Die summative Evaluation umfasst folgende Forschungsfragen:

*FF2. Werden die Zielsetzungen der Intervention erreicht?*

*FF2.1. Verläuft die Intervention wie geplant?*

*FF2.2. Inwieweit ändern sich die Vorstellungen der Schüler\*innen zu Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens durch die Intervention?*

Im Rahmen der formativen Evaluation (s. Kapitel 5.3.4) werden abschließend Verbesserungsvorschläge diskutiert und dieser Forschungsfrage nachgegangen:

*FF3. Wie kann die Intervention weiterentwickelt werden?*

## 3 Theoretische Grundlagen

### 3.1 Die „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“

#### 3.1.1 Unterrichtsmethodischer Ansatz der „EduChallenge“

Kritisches Denken, Kreativität, Kommunikation und Kollaboration bilden die vier Schlüsselkompetenzen der Bildung im 21. Jahrhundert (World Economic Forum, 2015, S. 3). Im Kontext globaler, gesamtgesellschaftlicher und zunehmend komplexerer Herausforderungen, wie beispielsweise dem Klimawandel und der Covid-19-Pandemie, die als naturwissenschaftliche Phänomene beschrieben werden können, gewinnt ebenfalls die Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung an Bedeutung (Heysel, Hildebrand & Blum, 2022, KMK, 2004). Um Informationen und wissenschaftliche Erkenntnisse fundiert einschätzen und bewerten zu können, müssen Schüler\*innen wissen, wie Naturwissenschaftler\*innen bei ihrer Forschung vorgehen und welche Verlässlichkeiten und Grenzen naturwissenschaftliche Erkenntnis bestimmen. Nur so ist eine Partizipation an Diskussionen zu den aktuell bedeutsamen und zukunftsbestimmenden Herausforderungen sowie letztlich

eine persönliche Entscheidungsfindung möglich (Allchin, 2011). Die Lerntheorie des Deep Learning knüpft bei der Wissensaneignung mit dem dreiphasigen Modell des Lernprozesses (Instruktion, Ko-Konstruktion und Präsentation) an die vier Schlüsselkompetenzen der Bildung im 21. Jahrhundert an (Sliwka, 2018, S. 87 ff.). Um für Lehrkräfte auf der Basis des Deep Learning konkrete Möglichkeiten zur Förderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz (KMK, 2020), insbesondere zur Erkenntnisgewinnung im Physikunterricht zu schaffen, kann das Konzept der „EduChallenge“<sup>1</sup> herangezogen werden. Dies ist ein innovativer unterrichtsmethodischer Ansatz, bei dem die Schüler\*innen in kleinen Gruppen eine motivierende Herausforderung, die Challenge, bewältigen müssen.

### 3.1.2 Konzeption der „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“

In der Physikdidaktik der Universität Bonn wird für den Physikunterricht der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe die „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“<sup>2</sup> (EduChallenge PaN) entwickelt, welche an den Kernlehrplan des Landes Nordrhein-Westfalen anschlussfähig ist und an die Idee der „Perspektiven auf Naturwissenschaften“ (PaN) anknüpft (Heysel & Bertoldi, 2021). Dabei stellen sich die Schüler\*innen der Challenge, in einer Kleingruppe eine Wurfbewegung in einer Sportart ihrer Wahl zu erforschen, zu modellieren und ihre Forschungsergebnisse zu veröffentlichen. In einer digitalen Lernumgebung, der Informationsbasis<sup>3</sup>, werden Hintergrundinformationen dargeboten. Dieses Wissen soll durch eigenständiges Forschen in der Challenge vertieft werden. Die kollaborative Zusammenarbeit in den Gruppen wird von den Schüler\*innen eigenverantwortlich organisiert, wobei ihnen für die Forschung mit dem Laborbuch<sup>4</sup> eine anleitende Struktur an die Hand gegeben wird. In diesem werden der eigene Forschungsprozess dokumentiert und wichtige Informationen über Forschung gesichert. Am Ende verfassen die Arbeitsgruppen jeweils einen wissenschaftlichen Artikel und reichen diesen zur kursinternen Veröffentlichung ein. Dazu wird ein Peer-Review-Verfahren durchgeführt, um den Schüler\*innen diese wissenschaftliche Praxis aufzuzeigen und für sie erlebbar zu machen.



Abbildung 1: Das Logo der „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“ greift die Wurfbewegung und die Perspektiven auf Naturwissenschaften auf (Woeste, 2021).

<sup>1</sup>Das allgemeine Konzept der „EduChallenge“ (Education Challenge) als Lernarrangement entstand in einem Gespräch zwischen Jan Heysel und Janina Beigel.

<sup>2</sup>Das Konzept der „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“ wurde gemeinsam von Jan Heysel, Johanna Rätz, Vera Munz und Inga Woeste, betreut durch Prof. Frank Bertoldi, ausgearbeitet.

<sup>3</sup><https://didaktik.physik.uni-bonn.de/educhallenge-pan/>

<sup>4</sup><https://uni-bonn.sciebo.de/s/MSI0n9550ujjAIV>

## 3.2 Peer-Review-Verfahren in der Wissenschaft

### 3.2.1 Konzept

Das Peer-Review-Verfahren ist eine in der Wissenschaft etablierte Praxis zur „Begutachtung von wissenschaftlichen Leistungen und Akteuren“ (Neidhardt, 2016, S. 261) durch Fachkolleg\*innen. Der Begriff „Peer-Review“ wird von den lateinischen Wörtern „par“ und „revidere“ abgeleitet. Dabei bedeutet das Wort „par“ soviel wie „gleich“ bzw. „gleichgestellt“ und „revidere“ beschreibt die Tätigkeit, sich etwas noch einmal anzuschauen. Beim Peer-Review-Verfahren findet folglich eine externe Begutachtung durch unabhängige Wissenschaftler\*innen des entsprechenden Fachgebietes statt.

In der Wissenschaft spielt das Peer-Review-Verfahren unter anderem im Publikationswesen (Nature, 2022, Science, 2022), in Berufungsverfahren (Universität Bonn, 2018) und bei der Verteilung von Forschungsressourcen<sup>5</sup> eine wichtige Rolle. In der Astronomie wird dieses Verfahren außerdem für die Aushandlung der Leitlinien für zukünftige Forschung herangezogen (National Academy of Sciences, 2021).

Anwendung findet das Peer-Review-Verfahrens darüber hinaus in der praktischen Medizin (Chop & Eberlein-Gonska, 2012), der Wirtschaftsprüfung (BPG, 2015) und in der schulischen Unterrichtsentwicklung (Gieske-Roland, Buhren & Rolff, 2014).

### 3.2.2 Zielsetzungen

Auf der Grundlage der herangezogenen Fachliteratur konnten folgende Ziele des Peer-Review-Verfahrens identifiziert werden: wissenschaftliche Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle, Selbststeuerung von Wissenschaft, leistungsorientierte Verteilung knapper Ressourcen, fachliche Weiterbildung und Förderung der Reflexions- und Bewertungskompetenzen sowie Intensivierung der wissenschaftlichen Kommunikation. Im Folgenden wird nacheinander auf die einzelnen Zielsetzungen eingegangen.

Die „Entwicklung des Peer-Review-Verfahrens ist eng mit der Entstehung wissenschaftlicher Zeitschriften verknüpft“ (Rödel, 2020, S. 6). Ursprünglich wurde Peer-Review im Publikationswesen zur staatlichen Zensur von Texten und zur Disziplinierung der Autor\*innen eingesetzt (Rödel, 2020, S. 7). Durch die Institutionalisierung der wissenschaftlichen Disziplinen entwickelte sich der Zensurauftrag hin zu einem Qualitätssicherungsverfahren. Im Peer-Review-Verfahren greifen die „Peers“ als Gutachter\*innen „sowohl prohibitiv als auch produktiv in den Wissenschaftsprozess ein“, so dass dem Peer-Review eine Konstruktionsfunktion zukommt (Neidhardt, 2016, S. 263). Dadurch, dass das Verfahren heute auf der Überprüfung durch wissenschaftliche „Peers“ und nicht, wie ursprünglich, durch staatliche Gremien basiert, findet hier die Steuerung von Wissenschaft

---

<sup>5</sup>Gemeint sind knappe Forschungsressourcen, wie beispielsweise Forschungsgelder (Neidhardt, 2016) und Nutzungszeiten für Geräte und Einrichtungen, wie Teleskope (Nature Astronomy, 2020).

innerhalb des wissenschaftlichen Systems statt (Biagioli, 2002, S. 11). Das Peer-Review-Verfahren ist daher ein *Element der Selbststeuerung von Wissenschaft* (Neidhardt, 2016, S. 261). Diese Selbststeuerung kann jedoch nur im Rahmen politischer und wirtschaftlicher Randbedingungen stattfinden, da dieses Verfahren in institutionelle Kontexte, wie Organisationen und Forschungssysteme eingebettet ist (Neidhardt, 2016, S. 265).

Im Forschungsprozess selber sind bereits Mechanismen der Qualitätssicherung, wie die Kriterien der Validität, Objektivität und Reliabilität verortet, so dass wissenschaftliche Forschung an sich eigentlich kein externes Qualitätssicherungsverfahren benötigt (Rödel, 2020, S. 4). Bekanntlich können sich jedoch Fehler und Ungenauigkeiten in die Praxis der Forschung einschleichen (vgl. DPA, 2021), so dass sich Peer-Review als ein zusätzliches Element der Qualitätssicherung etabliert hat (Strack, 2018, S. 11). Die *Sicherung und Kontrolle wissenschaftlicher Qualität* ist somit eines der Ziele des Peer-Review-Verfahrens. Im Publikationsprozess ist dieser Kontrollmechanismus insofern wichtig, da durch die Selektion von Texten, die qualitativ hochwertig sind, einer Informationsflut entgegengewirkt wird (Rödel, 2020, S. 5).

Peer-Review entwickelte sich außerdem im Zusammenhang mit dem auf individueller und institutioneller Ebene stattfindenden Wettbewerb um Ansehen und knappe Ressourcen, wie Publikationsmöglichkeiten, Forschungsgelder und Reputation (Neidhardt, 2016, S. 262 f.). Für eine leistungsorientierte Mittelzuweisung holen die entscheidungsbefugten Gremien Informationen und Einschätzungen von Expert\*innen ein. Auf diese Weise werden diese Gremien einerseits entlastet, die herangezogenen Gutachter\*innen müssen andererseits nicht direkt die Verantwortung für die Entscheidung über die Mittelvergabe tragen (Rödel, 2020, S. 9). Durch das Begutachtungssystem findet folglich eine ressourcenökonomische Verteilung von Aufgaben und Verantwortung statt, so dass beim Entscheidungsprozess der Bildung von Machtmonopolen entgegengewirkt wird (Neidhardt, 2016, S. 247). Peer-Review verfolgt hierbei die Zielsetzung der Schaffung einer Entscheidungsbasis für eine *leistungsorientierte Verteilung knapper Ressourcen*. Es wird für die Auswahl von Personen, Projekten und Texten eingesetzt, wodurch dem Verfahren eine Selektionsfunktion zukommt (Neidhardt, 2016, S. 263). Das Peer-Review-Verfahren soll ebenso dazu dienen, die Qualifizierung von Personen in Berufungsverfahren durch unabhängige Gutachter\*innen einzuschätzen (Universität Bonn, 2018).

Eine weitere Zielsetzung des Peer-Review-Verfahrens ist die *fachliche Weiterbildung und Förderung der Reflexions- und Bewertungskompetenzen*. Durch die kritische Begutachtung von Texten und Personen setzen sich die „Peers“ tiefergehend mit dem fachlichen Inhalt und den Akteur\*innen des Wissenschaftssystems auseinander und entwickeln dabei Kompetenzen zur Reflexion und Bewertung sowie ein Bewusstsein für eigene Stärken und die Qualität der eigenen Arbeit (Cho & Cho, 2011).



Letztlich ist auch die *Intensivierung der wissenschaftlichen Kommunikation* und des Austauschs in der wissenschaftlichen Gemeinschaft ein Ziel des Peer-Review-Verfahrens. Die drei Parteien Gutachter\*innen, Begutachtete und Entscheidungsträger\*innen werden erst durch das Peer-Review-Verfahren in kommunikativen Kontakt gebracht. Diese Dreiecksbeziehung wird durch das Gutachten aufgespannt und ist geprägt durch den Balanceakt der Gutachtenden zwischen der Rolle als „Peer“ und der Rolle als Beauftragte\*r (Hirschauer, 2004, S. 70 ff.). Das gegenseitige Vertrauen zwischen allen drei Parteien ist dabei grundlegend für eine aus dem Aushandlungsprozess folgende sichere Entscheidungsbasis (Reinhart, 2012, S. 179). Peer-Review ist folglich auch „ein kollegialer und damit ein sozialer Vorgang“ (Strack, 2018, S. 12), durch den die Zusammenarbeit von Wissenschaftler\*innen an wichtigen Fragen unterstützt wird. Aufgrund der Bedeutung des Peer-Reviews wird die Teilnahme an einem Gremium oder Ausschuss sowie die ehrenamtliche Tätigkeit als Gutachter\*in oft als Dienst an der Allgemeinheit angesehen und als fester Bestandteil der akademischen Rolle betrachtet (Nature Astronomy, 2020).

### 3.2.3 Variationen

Mit der Zeit haben sich verschiedene Versionen des Peer-Review-Verfahrens entwickelt: Blind Peer-Review, Open Peer-Review, Transparent Peer-Review, Open Pre-Review und Distributed Peer-Review setzen jeweils einen anderen Schwerpunkt. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Verfahren nacheinander beschrieben.

Single-, Double- und Triple-Blind sind Formen des Blind Peer-Review-Verfahrens. Sie lassen sich nach ihrem Grad an Intransparenz in Bezug auf die Identitäten der Beteiligten und die mit dem Peer-Review assoziierten Dokumente differenzieren. In allen drei Fällen werden die Namen der Gutachter\*innen während und nach dem Verfahren weder den Begutachteten noch der Öffentlichkeit mitgeteilt. Die Gutachten selbst werden ebenfalls nicht veröffentlicht, sind jedoch für die Begutachteten einsehbar. Außerdem werden keine Informationen über abgelehnte Personen, Anträge oder Artikel veröffentlicht. (Hesselmann, Schendzielorz & Krüger, 2021, S. 7 f.)

Beim *Single-Blind-Verfahren*, welches am häufigsten genutzt wird, sind die Namen der Begutachteten den Gutachter\*innen bekannt (Rödel, 2020, S. 10). Die Gutachter\*innen werden deshalb aufgefordert, etwaige Befangenheiten offen zu legen (Hesselmann et al., 2021, S. 5). Beim *Double-Blind-Verfahren* wissen die Begutachteten und Gutachter\*innen wechselseitig nicht, wer die jeweils anderen sind, weshalb dieses Verfahren von vielen Wissenschaftler\*innen als effektivste Methode betrachtet wird (Mulligan, Hall & Raphael, 2012, S. 138). In beiden Verfahren sind für die Entscheidungsträger\*innen jedoch alle Identitäten einsehbar (Hesselmann et al., 2021, S. 7). Beim eher seltenen *Triple-Blind-Verfahren* sind sich die Begutachteten und die Gutachter\*innen gegenseitig unbekannt und die Begutachteten werden ebenfalls gegenüber den Entscheidungsträger\*innen an-

onymisiert (Hesselmann et al., 2021, S. 7). Es gibt aber auch Triple-Blind-Verfahren, bei denen die Namen der Begutachteten den Entscheidungsträger\*innen nur zu Beginn der Beurteilungsphase anonym sind (Hesselmann et al., 2021, S. 7).

Das *Open Peer-Review-Verfahren* zeichnet sich durch einen hohen Grad an Transparenz aus, da alle im Rahmen des Verfahrens erstellten Dokumente öffentlich gemacht werden. Auf diese Weise wird allen die Möglichkeit eröffnet, sich auf der Basis der einsehbaren Dokumente selber ein Urteil zu bilden. In der Regel sind neben den Identitäten der Begutachteten ebenfalls die Identitäten der Gutachter\*innen einsehbar (Hesselmann et al., 2021, S. 8 ff.). Für die Öffentlichkeit intransparent bleiben Informationen über abgelehnte Personen, Anträge oder Artikel sowie in diesem Zusammenhang die Namen der Gutachter\*innen. Darüber hinaus kann gegebenenfalls ein offener Austausch unter den Gutachter\*innen oder zwischen den Begutachteten und Gutachter\*innen erlaubt sein (Rödel, 2020, S. 11).

Neben Dokumenten und Identitäten, kann beim Open Peer-Review ebenfalls die Beteiligung öffentlich sein. In diesem Fall hat die ganze wissenschaftliche Gemeinschaft die Möglichkeit, sich an dem Peer-Review begutachtend zu beteiligen (Rödel, 2020, S. 11).

Genau wie beim Open Peer-Review werden beim *Transparent Peer-Review* alle mit dem Verfahren assoziierten Dokumente veröffentlicht. Gleichzeitig werden die Identitäten der Gutachter\*innen weder den Begutachteten noch der Öffentlichkeit mitgeteilt. Die Begutachteten aber haben die Wahl, ob sie den Gutachter\*innen gegenüber anonym bleiben wollen oder nicht (Hesselmann et al., 2021, S. 10). In Bezug auf die Dokumente ist dieses Verfahren folglich transparent, während die Identitäten eher intransparent bleiben.

Im wissenschaftlichen Publikationswesen ist das *Open Pre-Review* eine zunehmend häufige Praxis, die im Fachbereich der Physik schon länger etabliert ist (Strack, 2018, S. 49). Dabei werden die Artikel vor der Durchführung eines formellen Peer-Review-Verfahrens über sogenannte „Pre-Print-Server“ verfügbar gemacht, so dass die wissenschaftliche Gemeinschaft dazu im Vorhinein Kommentare abgeben kann (Rödel, 2020, S. 11). Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, sich von den Verlagen finanziell unabhängig zu machen und die Erstautorenschaft früh zu etablieren (Strack, 2018, S. 48).

Beim *Distributed Peer-Review* übernehmen die Begutachteten selbst die Rolle der Gutachter\*innen und geben sich untereinander gegenseitig Feedback. Auf diese Weise kann durch die nun hohe Anzahl an zur Verfügung stehenden Gutachter\*innen die Arbeitsbelastung je Gutachter\*in reduziert werden. Dieses Konzept ist im Vergleich zu den anderen Versionen des Peer-Reviews erst vor wenigen Jahren entwickelt worden (Nature Astronomy, 2020).

### 3.2.4 Chancen und Grenzen

Neben den oben genannten Zielsetzungen birgt das Peer-Review-Verfahren insbesondere im Publikationswesen ebenfalls verschiedene *Chancen*. So kann beispielsweise auf der einen Seite Autor\*innen geholfen werden, ihre Arbeiten zu verbessern, und auf der anderen Seite können Gutachter\*innen zu neuen Forschungsvorhaben inspiriert werden (Strack, 2018, S. 12). Dadurch, dass die Tätigkeit der Gutachter\*innen ehrenamtlich ist, können außerdem finanzielle Mittel für die Forschung verwendet werden, anstatt diese für das Peer-Review einsetzen zu müssen (Neidhardt, 2016, S. 270). Doch Ressourcenoptimierung findet nicht nur in Bezug auf Geld, sondern auch auf Zeit statt. Durch die Funktion der Qualitätskontrolle wird mit dem Peer-Review-Verfahren einer Informationsflut entgegengewirkt, da nur für qualitativ hochwertig befundene Inhalte publiziert werden. Auf diese Weise ergibt sich ein Zeitersparnis für die Leser\*innen (Hirschauer, 2004, S. 79).

Wie in Kapitel 3.2.3 aufgezeigt, unterscheiden sich die verschiedenen Formen des Peer-Review-Verfahrens in ihrem Grad an Transparenz und Intransparenz. Wenn ihre Identitäten anonym sind, ist es den Gutachter\*innen leichter möglich, ein aufrichtiges, ehrliches und konstruktives Feedback zu geben, ohne sich dabei selbst zu zensieren (Hesselmann et al., 2021, S. 4). Denn aufgrund der Anonymität können sie nicht für ihre Gutachten belangt oder durch eine Kontaktaufnahme seitens der Autor\*innen beeinflusst werden (Neidhardt, 2016, S. 269, Koch & Geiß, 2019, S. 207). Sind wiederum die Identitäten der Autor\*innen anonym, so kann einer Bevor- oder Benachteiligung der Autor\*innen aufgrund einer Befangenheit der Gutachter\*innen vorgebeugt werden (Hesselmann et al., 2021, S. 14). Jedoch birgt nicht nur die Intransparenz der Identitäten, sondern auch ihre Transparenz einige Chancen. Durch eine Veröffentlichung der Gutachten wird indirekt Druck auf die Gutachter\*innen ausgeübt, so dass die Möglichkeit besteht, die Qualität der Gutachten durch eine Selbstdisziplinierung der Gutachter\*innen zu verbessern und unangebrachte Kritik an den Autor\*innen zu verhindern. Außerdem kann durch einsehbare Gutachten der Vorgang der jeweiligen Peer-Review-Verfahren besser nachvollzogen und die veröffentlichten Gutachten selber als Bestandteil wissenschaftlicher Arbeit anerkannt werden (Hesselmann et al., 2021, S. 14, Rödel, 2020, S. 11). Folglich können Transparenz und Intransparenz trotz ihrer scheinbar gegensätzlichen Wortbedeutungen demselben Zweck der Optimierung des Peer-Review-Verfahrens dienen (Hesselmann et al., 2021, S. 14).

Aufgrund seiner Relevanz ist es jedoch wichtig, sich auch der *Grenzen* des Peer-Review-Verfahrens bewusst zu werden. Nur durch Kenntnis der möglichen Schwachstellen dieses Verfahrens können Mitglieder der wissenschaftlichen Gemeinschaft dazu beitragen, das bestehende System sinnvoll weiterzuentwickeln und zu verbessern (Strack, 2018, S. 2).

Eine Grenze des Peer-Review-Verfahrens ist die mangelnde Vergleichbarkeit der einzelnen Gutachten. Diese geht auf das häufige Fehlen standardisierter und einheitlicher Bewertungskriterien einzelner Institutionen für das Verfassen der jeweiligen Gutachten zurück (Koch & Geiß, 2019, S. 209). Die Qualität der Gutachten hängt darüber hinaus maßgeblich von der wissenschaftlichen Expertise, der Kompetenz und dem Engagement der Gutachter\*innen ab. Aus einem Mangel an Fachwissen und Bewertungskompetenzen resultiert häufig ein oberflächliches und damit wenig wertvolles Feedback (Neidhardt, 2016, S. 267 ff.). Notwendige Fortbildungen, welche Kompetenzen zum Verfassen eines Reviews fördern, werden jedoch kaum angeboten (Koch & Geiß, 2019, S. 226). Hinzu kommt, dass die Gutachter\*innen ihre eigene Arbeitszeit für das Schreiben der Gutachten verwenden und daher der Zeitaufwand für diese oft auf ein Minimum reduziert wird. Außerdem kommt es durch ein hohes Aufkommen an anzufertigenden Gutachten zu einer Überlastung der Gutachter\*innen, so dass diese unabhängig von ihrer Arbeitsbereitschaft weniger Zeit für einzelne Gutachten haben (Strack, 2018, S. 39).

Da Gutachter\*innen nicht vorurteilsfrei sind, ist Peer-Review subjektiv. Es werden eher solche Arbeiten, Projekte und Personen positiv bewertet, welche die eigenen Ansichten unterstützen (Rödel, 2020, S. 19). Daher geht mit einer Expertise immer auch eine Voreingenommenheit einher, so dass hier ein Gutachterbias vorliegt. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang auch diskutiert, dass unkonventionelle und innovative Ideen aufgrund der Tendenz zu konservativem und traditionellem Denken eher negativ begutachtet werden (Rödel, 2020, S. 19). Im Kontext dieser Befangenheit und einem Mangel an Expert\*innen in neuen und interdisziplinären Forschungsfeldern ist es daher schwierig, Gutachter\*innen zu finden, welche die notwendige Expertise mitbringen, aber zugleich unbefangen sind (Strack, 2018, S. 45, Neidhardt, 2016, S. 268). Ein Bias durch die Gutachter\*innen ergibt sich weiterhin durch das Phänomen der Kollegialität. Dieses beschreibt die Abmilderung des Feedbacks durch relativierende Formulierungen zugunsten der Fachkolleg\*innen (Hirschauer, 2004, S. 70).

Das Peer-Review-Verfahren beruht auf den Grundprinzipien der Ehrlichkeit und des gegenseitigen Vertrauens. Absichtliche Verstöße gegen diese Prinzipien können jedoch nicht durch das Peer-Review-Verfahren identifiziert werden. Im Publikationswesen sind die Gutachter\*innen vollständig von den Angaben der Autor\*innen abhängig und können lediglich Fehler innerhalb der Daten korrigieren und auf Fehlschlüsse hinweisen, jedoch nicht die Entstehung der Daten überprüfen. Deshalb können Betrug und Täuschung nicht durch das Peer-Review-Verfahren aufgedeckt werden (Strack, 2018, S. 13, 41).

Die Rolle als Gutachter\*in kann hingegen dazu missbraucht werden, zugunsten der eigenen Chancen oder des eigenen Forschungsbereichs andere Arbeiten, Anträge oder Personen zu diffamieren oder abzulehnen (Strack, 2018, S. 39). Daher werden oftmals zusätzlich einzelne Expert\*innen aus benachbarten Disziplinen als Gutachter\*innen eingesetzt

(Neidhardt, 2016, S. 273). Die Rolle der Gutachter\*innen kann ebenfalls durch den Diebstahl geistigen Eigentums der Autor\*innen missbraucht werden (Fröhlich, 2002, S. 6). Ein Missbrauch kann auch durch die beteiligten Verlage stattfinden. Diese können ihre Position dazu ausnutzen, den Zeitaufwand zu minimieren und ihre Einnahmen durch Publikationsgebühren zu steigern, indem das Peer-Review-Verfahren mangelhaft oder nur vorgeblich angewendet wird (Rödel, 2020, S. 14). Auf diese Weise werden auch qualitativ minderwertige Arbeiten publiziert, die nicht auf wissenschaftliche und ethische Standards hin untersucht wurden, so dass solche Verlage der Wissenschaft schaden. Darüber hinaus sind die Auswahl der Gutachter\*innen und der zu begutachtenden Anträge, Arbeiten und Personen sowie der Entscheidungsvorgang über Annahme und Ablehnung häufig intransparent, so dass hierbei ebenfalls ein Machtmissbrauch durch die jeweiligen Verantwortlichen möglich ist (Hesselmann et al., 2021, S. 11). Es wird deshalb empfohlen, Entscheidungsrollen temporär und pluralistisch zu besetzen und Entscheidungsprozesse über mehrere Instanzen stattfinden zu lassen (Hirschauer, 2004, S. 74).

Transparenz und Intransparenz sind im Peer-Review-Verfahren nicht nur, wie oben beschrieben, mit einigen Chancen, sondern auch mit einigen Grenzen verbunden. So kann die Veröffentlichung von Gutachten auch zu einem Qualitätsverlust der Gutachten führen. Denn vermutlich gibt es eine Hemmschwelle, offen Kritik an der Arbeit von Kolleg\*innen zu äußern (Rödel, 2020, S. 10). Aus eigenem Interesse werden die Gutachter\*innen auch weniger Kritik äußern, um sich nicht angreifbar zu machen (Rödel, 2020, S. 22). Außerdem wächst durch die Veröffentlichung aller Gutachten die Informationsmenge, sodass eine umfassende Einsichtnahme in einzelne Verfahren aufwendiger wird (Hesselmann et al., 2021, S. 4). In früheren Studien konnte bei einsehbaren Identitäten der Autor\*innen oder zu begutachtenden Personen ein Genderbias im Begutachtungssystem nachgewiesen werden (Sagebiel, 2015, S. 145, Samjeske, 2012, S. 158). Obwohl nachfolgende Studien dies später nicht mehr bestätigen konnten, scheint es allgemein eine Art „Genderlücke“ in den Naturwissenschaften zu geben (Samjeske, 2012, S. 159, Strack, 2018, S. 47). Im Hinblick auf transparente Identitäten konnte darüber hinaus ein Matthäus-Effekt<sup>6</sup> sowie ein Bias hinsichtlich der Bevorzugung von Personen gemessen werden, welche bessere Beziehungen zu den Entscheidungsträger\*innen hatten (Strack, 2018, S. 48, Samjeske, 2012, S. 159). Bei einer Anonymisierung besteht aufgrund der wissenschaftlichen Spezialisierung und der verwendeten Referenzen trotzdem die Möglichkeit, dass sich Gutachter\*innen und Begutachtete errahnen können (Hesselmann et al., 2021, S. 11).

Eine weitere Grenze des Peer-Review-Verfahrens hinsichtlich der Intransparenz im Publikationswesen wird beim konkreten Einfluss der Gutachter\*innen auf die Arbeiten deut-

---

<sup>6</sup>Beim Matthäus-Effekt handelt es sich um ein allgemeines soziales Phänomen, das umgangssprachlich als „wer hat, dem wird gegeben“ beschrieben werden kann. Bekannte und bisher erfolgreiche Forscher\*innen bekommen demzufolge für ihre gegenwärtigen wissenschaftlichen Leistungen unverhältnismäßig mehr Anerkennung als unbekanntere Forscher\*innen (Hoenig, 2020).

lich. Die Anmerkungen und Ideen der Gutachter\*innen bleiben als deren geistiges Eigentum unkenntlich und können nicht als wissenschaftlicher Beitrag anerkannt werden (Hirschauer, 2004, S. 67, 74). Die Intransparenz einiger Aspekte des Verfahrens führt außerdem zu der Schwierigkeit, diese wissenschaftlich untersuchen zu können, und damit zu Lücken in der Peer-Review-Forschung. Man kann sich folglich nicht sicher sein, dass das Peer-Review-Verfahren optimal durchgeführt wird (Hirschauer, 2004, S. 63 f.).

Abschließend bleibt fraglich, ob das Peer-Review-Verfahren als sozialer Prozess unter dem Gütekriterium der Reliabilität betrachtet werden kann (Hirschauer, 2004, S. 76). Auf der einen Seite unterscheiden sich oftmals die Gutachten verschiedener Gutachter\*innen in Bezug auf dieselbe Arbeit oder Person, so dass Peer-Review nicht die Kriterien der Reliabilität erfüllt (Koch & Geiß, 2019, S. 209 f.). Gründe dafür sind unter anderem das Fehlen einheitlicher Bewertungskriterien, ein Bias durch die Gutachter\*innen sowie die Tatsache, dass manchmal Gutachter\*innen unterschiedlicher Wissenschaftsperspektiven berufen werden. Andererseits wird diskutiert, ob nicht genau dieser Dissens der Gutachter\*innen das Peer-Review-Verfahren bereichert (Neidhardt, 2016, S. 266 f.). „Gutachterdissens ist in komplexen Entscheidungsprozessen insofern funktional, als er mit seiner Vielfalt an Aspekten die Urteilsbildung der Entscheidungsträger anreichert und vor schneller Schließung bewahrt“ (Neidhardt, 2016, S. 266 f.) sowie „Hinweise auf polarisierende Themen, Ansätze oder Methoden“ gibt (Koch & Geiß, 2019, S. 210).

Trotz einiger Kritikpunkte hat sich das Peer-Review-Verfahren aufgrund seiner Vorteile als wissenschaftliche Praxis etabliert und wird von den meisten Wissenschaftler\*innen als solche akzeptiert (Strack, 2018, S. 43 ff.).

### 3.3 Wissenschaftliches Publikationsverfahren

Wissenschaftler\*innen veröffentlichen ihre Forschungsergebnisse in Journals, um Anerkennung für ihre Arbeit zu erhalten und ihre neuen Erkenntnisse der wissenschaftlichen Gemeinschaft zu präsentieren (Hesselmann et al., 2021, S. 5). Auf diese Weise erhalten andere Zugriff auf dieses Wissen und können basierend darauf neue Forschungsideen entwickeln. Publikationen sind für Wissenschaftler\*innen insofern wichtig, da wissenschaftlicher Erfolg unter anderem an der Anzahl und Qualität der Veröffentlichungen gemessen wird (Strack, 2018, S. 35). Wissenschaftler\*innen stehen deshalb unter dem Druck, in hochrangigen Journals mit Peer-Review-Verfahren und hohem Impact Factor<sup>7</sup> zu publizieren. Oftmals reichen sie daher ihre Arbeiten nach einer Ablehnung bei dem Journal mit dem nächstniedrigerem Impact Factor ein, wodurch es zu „Peer-Review-Kaskaden“ (Strack, 2018, S. 39) und damit zu einer Überlastung des Gutachterwesens kommen kann.

---

<sup>7</sup>Mit dem Journal Impact Factor kann ermittelt werden, wie häufig ein in einer bestimmten Fachzeitschrift veröffentlichter Artikel in anderen Artikeln pro Jahr zitiert wird (Rödel, 2020, S. 4).



Mit dem Bedeutungsgewinn des Impact Factors entstanden Monopolstellungen einzelner Verlage, die zu einer Preissteigerung der Fachzeitschriften führten (Rödel, 2020, S. 13 f.). Doch durch die Digitalisierung gewannen Zugriffsrechte an digitalen Ausgaben an Bedeutung und es ergab sich die Möglichkeit, wissenschaftliche Publikationen jenseits der Verlagsangebote auf Online-Plattformen zur Verfügung zu stellen (Rödel, 2020, S. 14). Zudem entwickelte sich das Konzept des Open Access, bei welchem wissenschaftliche Zeitschriften über Publikationsgebühren finanziert und die Arbeiten kostenfrei und öffentlich im Internet zugänglich gemacht werden, was die Zitierhäufigkeit und Sichtbarkeit von wissenschaftlichen Beiträgen erhöht (Swan, 2010). Die Publikationsgebühren für Open-Access-Artikel können je nach Journal 400 bis 4000 Euro betragen und werden in der Regel den Autor\*innen persönlich in Rechnung gestellt (Brinken, 2020). Viele Einrichtungen stellen jedoch Mittel für die Finanzierung von Publikationsgebühren zur Verfügung, die beantragt werden können. Die Europäische Kommission, das Land Nordrhein-Westfalen und die Deutsche Physikalische Gesellschaft positionieren sich für Open Access und dafür, Forschungsergebnisse allgemein zugänglich zu machen (EC & Innovation, 2016, Landesinitiative Open Access NRW, 2019, DPG, 2021).

### 3.3.1 Ablauf des Publikationsprozesses

Wissenschaftler\*innen verfassen einen Artikel und reichen diesen zur Veröffentlichung in einer Fachzeitschrift bei den entsprechenden Herausgeber\*innen ein (s. Abb. 2). Diese entscheiden zunächst, ob der Artikel grundsätzlich thematisch zum Journal passt (Strack, 2018, S. 24 f.). Wenn dies zutrifft, wählen die Herausgeber\*innen unvoreingenommene und fachlich geeignete Gutachter\*innen aus, welche den eingereichten Artikel begutachten sollen (Hesselmann et al., 2021, S. 5). Die Anzahl der Gutachter\*innen ist bei den einzelnen Journals unterschiedlich, wobei bei größeren Fachzeitschriften bis zu zwei oder drei Gutachter\*innen ernannt werden (Nature Astronomy, 2020). Für die Erstellung des Gutachtens haben die Gutachter\*innen dann eine bestimmte Zeitspanne zur Verfügung (Strack, 2018, S. 22). Das so durchgeführte Peer-Review bezieht sich dabei in der Regel auf den Innovationsgehalt der dargestellten Forschung, eine klare Formulierung von Hypothesen, angemessene Verwendung von Methoden, korrekte und vollständige Darstellung und Bewertung von Ergebnissen, Berücksichtigung aller Interpretationsmöglichkeiten der Ergebnisse sowie die Einhaltung rechtlicher und ethischer Standards (Strack, 2018, S. 1, Rödel, 2020, S. 5). Außerdem muss die Forschung reproduzierbar sein (Strack, 2018, S. 24). Die Forderungen nach Originalität der Forschung und nach einer knappen und präzisen Darstellung einer Publikation gehen auf den limitierten Druckplatz und die Lesbarkeit des Artikels zurück (Strack, 2018, S. 19). Insgesamt sind die Bewertungsmaßstäbe aber je nach Fachgebiet und Journal unterschiedlich. Die Gutachter\*innen schicken ihre Gutachten und begründeten Entscheidungsempfehlungen an die Herausgeber\*innen zurück, die wiederum auf dieser Grundlage darüber entscheiden, ob eine Arbeit veröffent-

licht werden sollte, inwieweit diese überarbeitet werden muss oder abzulehnen ist (Strack, 2018, S. 29, Rödel, 2020, S. 5). „Zeitschriften dienen damit als eine der Gatekeeperinnen für wissenschaftliche Erkenntnis und Karrieren“ (Hesselmann et al., 2021, S. 1). Nach der Erteilung des Überarbeitungsauftrages wird der Prozess der Begutachtung noch mindestens einmal durchlaufen, so dass die Gutachter\*innen nach einer ersten Revision erneut den Artikel begutachten müssen (Strack, 2018, S. 23 f.).

Die Verleger\*innen sind wiederum dafür zuständig, die Strukturen zur Einreichung, Begutachtung und Publikation der wissenschaftlichen Arbeiten in ihren Fachzeitschriften bereitzustellen (Strack, 2018, S. 9). Nach der Veröffentlichung der Artikel werden diese in den Bibliotheken katalogisiert und archiviert, so dass der allgemeine Zugang zu diesen hergestellt wird (Strack, 2018, S. 9). Wichtige Zugänge sind dabei elektronische Archive, wie beispielsweise das NASA Astrophysics Data System (NASA, 2022).

Das Publikationsverfahren unterscheidet sich je nach Journal in der redaktionellen Vorauswahl, dem Anonymisierungsgrad von Identitäten, in der Auswahl der Herausgeber\*innen (Alleinherausgeber\*in oder Gremium) und Gutachter\*innen, in den Instruktionen für die Gutachter\*innen und deren Anzahl sowie dem Umgang der Herausgeber\*innen mit den Gutachten (Rödel, 2020, S. 10, Hirschauer, 2004, S. 62 f.).

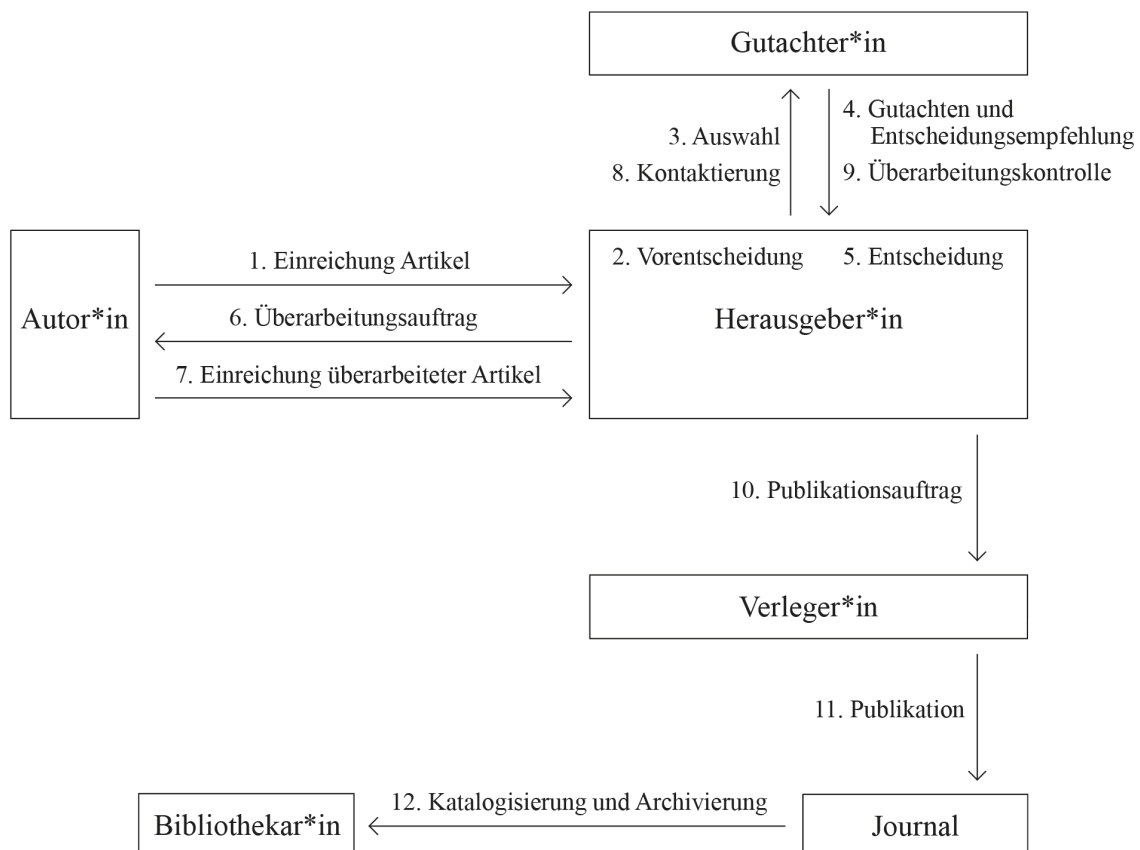


Abbildung 2: Der Publikationsprozess setzt sich aus zwölf Phasen zusammen, an denen Autor\*innen, Herausgeber\*innen, Gutachter\*innen, Verleger\*innen und Bibliothekar\*innen beteiligt sind.



### 3.3.2 Kennzeichen eines wissenschaftlichen Artikels

Ein wissenschaftlicher Artikel spiegelt die Grundprinzipien der Präsentation von Wissenschaft wieder und umfasst die folgenden Abschnitte: Einleitung, Material und Methoden, Ergebnisse, Diskussion, Fazit und die Quellenverweise.

In der Einleitung werden Thema und Hintergrund der Arbeit sowie wichtige bisherige Erkenntnisse dargelegt. Hieraus werden die Forschungsfragen und Hypothesen abgeleitet. Im nächsten Abschnitt werden die in der Forschung verwendeten Materialien und Methoden aufgezeigt, wobei gegebenenfalls auf rechtliche und ethische Genehmigungen verwiesen wird. Danach werden die Forschungsergebnisse klar und vollständig in Textform, Abbildungen oder Tabellen präsentiert. Im Diskussionsteil werden anschließend die Ergebnisse interpretiert, im Kontext der Arbeit diskutiert und ein Bezug zu den anfangs aufgestellten Hypothesen und Forschungsfragen hergestellt. Der Artikel endet schließlich mit einem Fazit, in dem die wichtigsten Inhalte zusammengefasst werden. (Strack, 2018, S. 7 ff.)

Es konnten weiterhin vier zentrale Punkte identifiziert werden, die als grundlegend für wissenschaftliches Schreiben angesehen werden können: Intersubjektivität, Sachlichkeit, Präzision und Prägnanz (Eberwein, 2014, S. 5 ff.).

Der Aspekt der *Intersubjektivität* (Eberwein, 2014, S. 5) bezeichnet die detaillierte und vollständige Beschreibung aller im Forschungsprozess verwendeten Materialien und Methoden, so dass jede\*r die Möglichkeit hat, dieses Vorgehen nachzuvollziehen, zu reproduzieren und zu überprüfen (Strack, 2018, S. 16). Außerdem werden in wissenschaftlichen Texten subjektive Aussagen und Meinungen sowie die Ich-Perspektive vermieden und stattdessen Passiv-Konstruktionen oder Nominalisierungen verwendet. Es ist daher wichtig, beim Schreiben auf den Aspekt der *Sachlichkeit* zu achten (Eberwein, 2014, S. 8). Weiterhin sollte nach dem Aspekt der *Präzision* auf klare Formulierungen, passende Fachbegriffe und eindeutige Quellenangaben geachtet werden (Eberwein, 2014, S. 5 f.). Ein wissenschaftlicher Artikel ist kein spannender Roman, sondern ein Text, in dem die Informationen kompakt und kurz dargestellt werden. Der Aspekt der *Prägnanz* bezieht sich daher auf einen übersichtlichen Satzbau und kurze, treffende Formulierungen (Eberwein, 2014, S. 5).

### 3.3.3 Merkmale einer wertvollen Feedbackkultur

Gutachter\*innen sollten sich auf jeden Fall genug Zeit für ein sorgfältiges und detailliertes Gutachten nehmen (Strack, 2018, S. 34). Wichtig ist, dass sie sich dabei konkret auf die Arbeit beziehen, nicht auf der persönlichen Ebene über die Autor\*innen urteilen und ihre Kritik *respektvoll* begründen (Strack, 2018, S. 32). Außerdem sollten die Gutachter\*innen bewusst wahrnehmen, was besonders gut umgesetzt wurde, und dies zu Beginn der Rückmeldung nennen, um die Autor\*innen zu *ermutigen* (TU Dresden, 2016). Auf je-

den Fall muss das Feedback *ehrlich* sein. Wenn Kritikpunkte verschwiegen werden oder Gutachten fälschlicherweise positiv formuliert werden, sind diese Gutachten nutzlos und könnten schlimmstenfalls dazu führen, dass potenziell falsche Ergebnisse publiziert werden (Strack, [2018](#), S. 22 f.). Letztlich soll das Feedback den Autor\*innen weiterhelfen, ihre Arbeiten zu verbessern und weiterzuentwickeln, es sollte daher also *konstruktiv* sein. Die Gutachter\*innen sollten deshalb Textstellen nennen, die missverständlich formuliert sind und bei denen sie Verständnisschwierigkeiten haben (TU Dresden, [2016](#)). Eine Feedbackkultur ist folglich dann wertvoll, wenn sie respektvoll, ermutigend, ehrlich und konstruktiv ist.

### **3.4 Peer-Feedback im schulischen Kontext**

Im schulischen Kontext wird Peer-Feedback bereits als Unterrichtsmethode eingesetzt, bei der sich die Schüler\*innen gegenseitig Rückmeldungen zu ihren Arbeitsprodukten geben. Um zu untersuchen, wie dieses Verfahren möglichst effektiv gestaltet werden kann, werden im Folgenden mehrere Studien zu im schulischen und universitären Bereich durchgeführten Peer-Review-Verfahren betrachtet.

#### **3.4.1 Effektive Gestaltung eines Peer-Review-Verfahrens**

In der Metaanalyse „The impact of formative peer feedback on higher education students' academic writing“ untersuchten Huismna, Saab, van den Broek und van Driel ([2019](#)) die Auswirkungen von Peer-Feedback auf die Schreibleistung der Studierenden. Im Vergleich stellte sich heraus, dass Peer-Feedback zu größeren schriftlichen Verbesserungen führte als keine Form des Feedbacks ( $g = 0.91$ ) oder Formen der Selbsteinschätzung ( $g = 0.33$ ). Jedoch konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Peer-Feedback und Lehrenden-Feedback festgestellt werden. In diesem Zusammenhang wird diskutiert, dass beide Feedbackformen ihre Vorteile haben. So verfügt die Lehrkraft über mehr Fachwissen, wohingegen Peer-Feedback zu einer hohen Anzahl an Arbeitsprodukten in einer kürzeren Zeit umsetzbar ist (Huismna et al., [2019](#), S. 875). Außerdem ist bei der vergleichenden Frage nach der Effektivität der Kontext, also die Lernumgebung, die gestellte Aufgabe, das Lernziel und die Beziehung zwischen den Studierenden und den Lehrenden relevant. Darüber hinaus wird diskutiert, dass das Feedback mehrerer Peers wahrscheinlich valider, zuverlässiger und insgesamt qualitativ wertvoller ist (Huismna et al., [2019](#), S. 876).

Für die oben genannte Metaanalyse wurde unter anderem die Studie „Peer reviewers learn from giving comments“ (Cho & Cho, [2011](#)) herangezogen. Die Autoren Cho und Cho konnten feststellen, dass das Geben von schriftlichem Feedback die vertiefte Auseinandersetzung mit dem Fachinhalt fördert. Außerdem entwickelten die 87 teilnehmenden Physikstudierenden durch das Peer-Review-Verfahren Kompetenzen zur Reflexion

und Bewertung von Texten sowie ein besseres Bewusstsein für die Qualität ihrer eigenen Arbeit. Doch wer bei anderen Arbeiten nur oberflächliche Aspekte begutachtete, erreichte bei der Überarbeitung des eigenen Textes kaum eine Qualitätssteigerung. Hierfür ist ein vertieftes Auseinandersetzen mit anderen Texten notwendig. Beim Peer-Review-Verfahren ist daher ein Bewertungsbogen zur Orientierung hilfreich, damit sich die Rückmeldung nicht nur auf oberflächliche Merkmale beschränkt.

In einer weiteren Studie untersuchten Anker-Hansen und Andréé (2019) die Möglichkeiten und Grenzen des Peer-Feedbacks im naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Stichprobe umfasste 98 Schüler\*innen der achten und neunten Jahrgangsstufe, die in Einzelarbeit Experimente entwarfen, sich dazu gegenseitig Feedback gaben und die Rückmeldungen in der Gruppe diskutierten. Welches Potenzial Peer-Review beinhaltet, wurde dadurch deutlich, dass etwa vier Fünftel der Schüler\*innen ihren Entwurf überarbeiteten und sich über die Hälfte für die vorgeschlagenen Änderungen entschied. Es konnte festgestellt werden, dass die Schüler\*innen bei der Überarbeitung sowohl die Verbesserungsvorschläge ihrer Mitschüler\*innen als auch ihre eigenen Erfahrungen von der Bewertung anderer Entwürfe berücksichtigten (Anker-Hansen & Andréé, 2019, S. 362). Die Gruppendiskussionen unterstützten die Schüler\*innen beim Verständnis der Rückmeldungen. Jedoch kam es auch aufgrund persönlicher Voreingenommenheiten zu Missverständnissen oder negativen Verstärkungen durch Mitschüler\*innen bei der Infragestellung von Arbeitsprodukten. Für die Wirksamkeit des Peer-Review-Verfahrens ist es daher notwendig, dass unter den Schüler\*innen eine ehrliche aber auch respektvolle Feedbackkultur etabliert wird (Anker-Hansen & Andréé, 2019, S. 362). Dabei kann eine passende Einführung in das Thema zu Beginn der Unterrichtsreihe für die Schüler\*innen hilfreich sein.

Auf der Basis der hier betrachteten Studien sollte folglich für eine Durchführung des Peer-Review-Verfahrens im schulischen Bereich ein Bewertungsbogen entwickelt, eine respektvolle und konstruktive Feedbackkultur etabliert und jeder Arbeit mehrere Peers für eine Begutachtung zugeteilt werden.

## 4 Eingesetzte Materialien und Methoden

### 4.1 Forschungsformat

Um das Konzept der „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“ (EduChallenge PaN) zu entwickeln, wird das Forschungsformat des Design-Based Researchs verwendet (Wilhelm & Hopf, 2014). Ausgangspunkt bildet dabei ein praxisrelevantes Problem, von dem aus zyklische Lösungsmöglichkeiten entwickelt werden (Euler & Sloane, 2014, S. 7). Im Fokus steht die Frage, wie für Lehrkräfte konkrete Möglichkeiten zur Förderung der Kompetenz zu naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung (KMK, 2020) im Physikunterricht geschaffen werden können (s. Kapitel 3.1). Ausgehend davon wurden erste Lösungsansätze entwickelt und schließlich in Rücksprache mit zwei Lehrkräften eine Designversion für die ersten Erprobungsphase ausgearbeitet (s. Kapitel 3.1.2). Diese enthält auch eine Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren, welche auf der Grundlage der betrachteten Literatur (s. Kapitel 3) konzipiert wurde und im Folgenden vorgestellt wird.

### 4.2 Konzeption der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren in der „EduChallenge PaN“

#### 4.2.1 Zielsetzungen der Unterrichtseinheit

Bei der Konzeption der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren in der „EduChallenge PaN“ wurden zwei zentrale Zielsetzungen formuliert. Auf der einen Seite sollen die Vorstellungen der Schüler\*innen zum Ablauf und zu den Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens wie folgt erweitert werden:

Die Schüler\*innen können den Ablauf des Peer-Review-Verfahrens im Publikationswesen beschreiben, indem sie dabei darauf eingehen, dass

- die Wissenschaftler\*innen den von ihnen verfassten Artikel einreichen,
- Wissenschaftler\*innen aus demselben Fachbereich dazu eine Rückmeldung geben,
- darüber entschieden wird, ob dieser Artikel veröffentlicht werden kann, überarbeitet werden muss oder abzulehnen ist,
- die Autor\*innen den Artikel anhand der Rückmeldung überarbeiten,
- der Artikel gegebenenfalls veröffentlicht wird.

Insbesondere der zweite Aspekt ist von zentraler Bedeutung für das Verfahren. Die andere Zielsetzung der Unterrichtseinheit besteht darin, dass die Schüler\*innen die Intention des Peer-Review-Verfahrens beschreiben können, indem sie die wissenschaftliche Qualitätssicherung und -kontrolle und darüber hinaus die Selbststeuerung der Wissenschaft sowie die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Ressourcenverteilung als Zielsetzungen dieses Verfahrens nennen.

## 4.2.2 Anforderungen an die Lerngruppe und die Lernumgebung

Bei der Konzeption der Unterrichtseinheit wurde davon ausgegangen, dass für die Schüler\*innen das Peer-Review-Verfahren als wissenschaftliche Praxis inhaltlich unbekannt ist. Es ist jedoch von Vorteil, wenn in der Lerngruppe bereits eine gewisse Feedbackkultur etabliert wurde, an welcher sich die Schüler\*innen beim Peer-Feedback orientieren können. Außerdem sollten die Schüler\*innen über ein gewisses Maß an Medienkompetenz verfügen, da während der Unterrichtseinheit mit Tablets gearbeitet und dabei auf eine digitale Informationsbasis<sup>8</sup> zugegriffen wird. Dafür sind genügend Tablets und ein funktionierendes WLAN-Netzwerk technische Voraussetzungen an die Lernumgebung.

## 4.2.3 Einordnung der Unterrichtseinheit in die „EduChallenge PaN“

Die Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren ist in den letzten Teil der „EduChallenge PaN“ (s. Kapitel 3.1.2) einzuordnen. Diese wurde für einen Zeitraum von insgesamt zehn bis zwölf Unterrichtsstunden (je 45 Minuten) konzipiert (s. Anhang J).

Zu Beginn werden die Schüler\*innen in die Challenge eingeführt, indem sie sich mit der deduktiven Vorgehensweise und dem Falsifikationsprinzip im Sinne Poppers (1935) auseinandersetzen. Im Kontext der Newtonschen Axiome führen die Schüler\*innen dazu ein eigenes Experiment durch (s. Abb. 3 Teil 1).

Im zweiten Teil lernen die Schüler\*innen Wissenschaft als Funktionssystem kennen (s. Munz, 2022). Als Beispiel dient hier unter anderem das CERN. Um besser zu verstehen, wie Forschung organisiert ist und inwieweit wissenschaftliches Handeln ein soziales Handeln ist, planen die Schüler\*innen in ihren Gruppen einen Schulgarten und stellen dann Parallelen zur Wissenschaft her. Dabei reflektieren sie, welche Eigenschaften Wissenschaftler\*innen mitbringen sollten, um zu forschen und setzen sich selbst dazu in Bezug.

Anschließend setzen sich die Schüler\*innen mit den zwei Phasen von Wissenschaft, der normalen und revolutionären Wissenschaft nach Kuhn (1970), auseinander und lernen, dass Paradigmen demnach eine zentrale Rolle in der Wissenschaft spielen.

Das Thema „Wurfbewegungen“ wird im vierten Teil der „EduChallenge PaN“ aufgegriffen, indem zunächst Bewegungen in zwei Dimensionen und danach der schiefe Wurf betrachtet werden (s. Rätz, 2022). Dem schließt sich das Thema der „Modellierung und numerischen Simulation“ an, wobei unter anderem auf Modelle sowie deren Grenzen und Rolle in der Wissenschaft eingegangen wird. Dabei lernen die Schüler\*innen Modellierung als Paradigma moderner Naturwissenschaften und die numerische Simulation als ein wichtiges Werkzeug in diesem Paradigma kennen. Nachdem sich die Schüler\*innen in ihren Arbeitsgruppen für eine Sportart entschieden haben, mit der sie sich in ihrer For-

---

<sup>8</sup><https://didaktik.physik.uni-bonn.de/educhallenge-pan/>

schung beschäftigen wollen, formulieren sie dazu eine Forschungsfrage und analysieren anschließend eine Wurfbewegung in der ausgewählten Sportart. Dabei nehmen sie selber ein Video mit der entsprechenden Wurfbewegung auf, führen eine numerische Simulation der Wurfbewegung durch und vergleichen schließlich beide Ergebnisse miteinander. Anschließend widmen sie sich dem Thema „Luftreibung“ und diskutieren deren Einfluss beim schiefen Wurf.

Indem die einzelnen Arbeitsgruppen am Ende ihrer Forschung einen Rückbezug zu ihrer Forschungsfrage herstellen, schaffen sie eine Grundlage für den wissenschaftlichen Artikel über ihr Forschungsprojekt, welchen sie abschließend im Rahmen des Peer-Review-Verfahrens verfassen und überarbeiten.

<b>1. Teil</b> Deduktive Vorgehensweise Falsifikationsprinzip nach Popper Eigenes Experiment zu den Newtonschen Axiomen	<b>2. Teil</b> Wissenschaft als Funktionssystem Planung eines Schulgartens	<b>3. Teil</b> Normale und revolutionäre Wissenschaft nach Kuhn Paradigmen	<b>4. Teil</b> Wurfbewegungen Modellierung und numerische Simulation Analyse einer Wurfbewegung in einer Sportart Luftreibung	<b>5. Teil</b> Wissenschaftlichen Artikel schreiben Peer-Review-Verfahren Artikel überarbeiten Veröffentlichung
--	--	--	---	---

Abbildung 3: Die „EduChallenge PaN“ ist in fünf Teilabschnitte gegliedert.

#### 4.2.4 Übersicht über die Phasen der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren lässt sich systematisch in fünf übergeordnete Phasen einteilen: Die Erarbeitung des Verfahrens, das Verfassen des Artikels, das Geben von Feedback, die Überarbeitung des Artikels und die Veröffentlichung des Artikels (s. Abb. 4). Dabei findet die erste Phase im Rahmen einer Hausaufgabe, die zweite Phase in einer Einzelstunde und die dritte und vierte Phase in einer Doppelstunde statt.

Als *Vorbereitung auf die Einzelstunde* erarbeiten sich die Schüler\*innen in der ersten Phase auf der Informationsbasis<sup>9</sup> (s. Anhang B) die Inhalte zu Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens sowie zu Struktur und Schreibstil eines wissenschaftlichen Artikels (s. Abb. 4 Phase 1). Diese Hausaufgabe können die Schüler\*innen gemeinsam in ihren Arbeitsgruppen bearbeiten, wobei jede\*r Schüler\*in für sich die Inhalte im eigenen Laborbuch sichert (s. Anhang C S.67, Aufgaben 1-4). Dort führt ein kurzer Einleitungstext in das Thema ein und durch das Scannen des abgebildeten QR-Codes gelangen die Schüler\*innen auf die entsprechende Seite der Informationsbasis. Zu Beginn der nächsten Stunde kontrollieren die Schüler\*innen ihre Ergebnisse selbstständig durch einen Abgleich mit einer Beispiellösung (s. Anhang D).

<sup>9</sup><https://didaktik.physik.uni-bonn.de/c8-peer-review/>

Im *Einstieg der Einzelstunde* stellt die Lehrkraft<sup>10</sup> das Verfassen des Artikels als Stundenziel dar. Um eine Grundlage für den Inhalt ihres Artikels zu schaffen, fassen die Schüler\*innen in der ersten *Erarbeitungsphase* ihre Forschungsergebnisse der vergangenen Stunden zusammen und reflektieren diese innerhalb der Arbeitsgruppe, indem sie einen Rückbezug zur Forschungsfrage herstellen. Die *Sicherung* findet dabei in Einzelarbeit im Laborbuch statt (s. Anhang **E** S.75, Aufgaben 12-14). In der zweiten *Erarbeitungsphase* verfassen die jeweiligen Arbeitsgruppen in kollaborativer Zusammenarbeit auf den Tablets einen wissenschaftlichen Artikel über ihr Forschungsprojekt (s. Abb. **4** Phase 2). Die Schüler\*innen haben die Möglichkeit, ihren Artikel Zuhause fertigzustellen, und reichen diesen dann via Mail ein (s. Kapitel **4.2.5**). Die anschließende *Sicherung* umfasst das Einkleben des Artikels in das Laborbuch (s. Anhang **C** S.68).

Die Durchführung des Peer-Review-Verfahrens und die Überarbeitung der Artikel sind die Stundenziele der nachfolgenden Doppelstunde. Im *Einstieg* gibt die Lehrkraft kurz organisatorische Hinweise zur Umsetzung des Peer-Feedbacks. Doch bevor die Schüler\*innen zu den ihnen zugewiesenen Artikeln eine Rückmeldung geben (s. Abb. **4** Phase 3), setzen sie sich auf der Informationsbasis<sup>11</sup> (s. Anhang **B** S.65) mit den Grundlagen einer konstruktiven Feedbackkultur auseinander. Zur *Sicherung* notieren die Schüler\*innen die Eigenschaften einer wertvollen Feedbackkultur im Laborbuch (s. Anhang **C** S.69, Aufgabe 1). Anschließend geben sie sich anhand eines Feedbackbogens (s. Kapitel **4.2.8**) gegenseitig eine Rückmeldung zu ihren Artikeln (s. Anhang **C** S.69, Aufgabe 2). Die Organisation des Peer-Feedbacks wird in Kapitel **4.2.5** näher thematisiert.

Im zweiten Teil der Doppelstunde haben die Schüler\*innen die Möglichkeit, ihre Artikel zu überarbeiten (s. Abb. **4** Phase 4). Dazu lesen sie sich in ihren Arbeitsgruppen die Feedbackbögen ihrer Mitschüler\*innen zu ihrem Artikel durch und diskutieren diese. Um die Ergebnisse der Gruppendiskussion zu sichern, notieren sich die Schüler\*innen im Laborbuch die Aspekte, welche sie für sich aus dem Feedback als positiv mitnehmen und inwieweit sie noch Verbesserungen an ihrem Artikel vornehmen wollen (s. Anhang **C** S.69, Aufgaben 3 und 4). Anschließend wird der Artikel dementsprechend überarbeitet und danach erneut via Mail eingereicht. Zur abschließenden *Sicherung* kleben die Schüler\*innen diesen in ihrem Laborbuch ein (s. Anhang **C** S.70). Wenn die Artikel das Peer-Review-Verfahren erfolgreich durchlaufen haben und überarbeitet wurden, werden diese im Anschluss der Doppelstunde veröffentlicht.

---

<sup>10</sup>Während der ersten Erprobungsphase der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren wurde die Lehrkraft dabei von Inga Woeste unterstützt, welche die Einstiege übernommen hat.

<sup>11</sup><https://didaktik.physik.uni-bonn.de/c8-peer-review/>



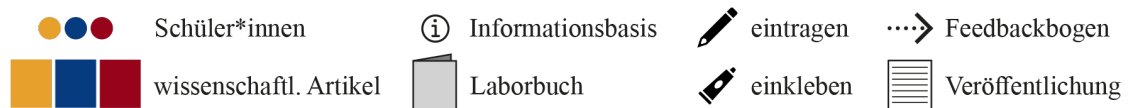
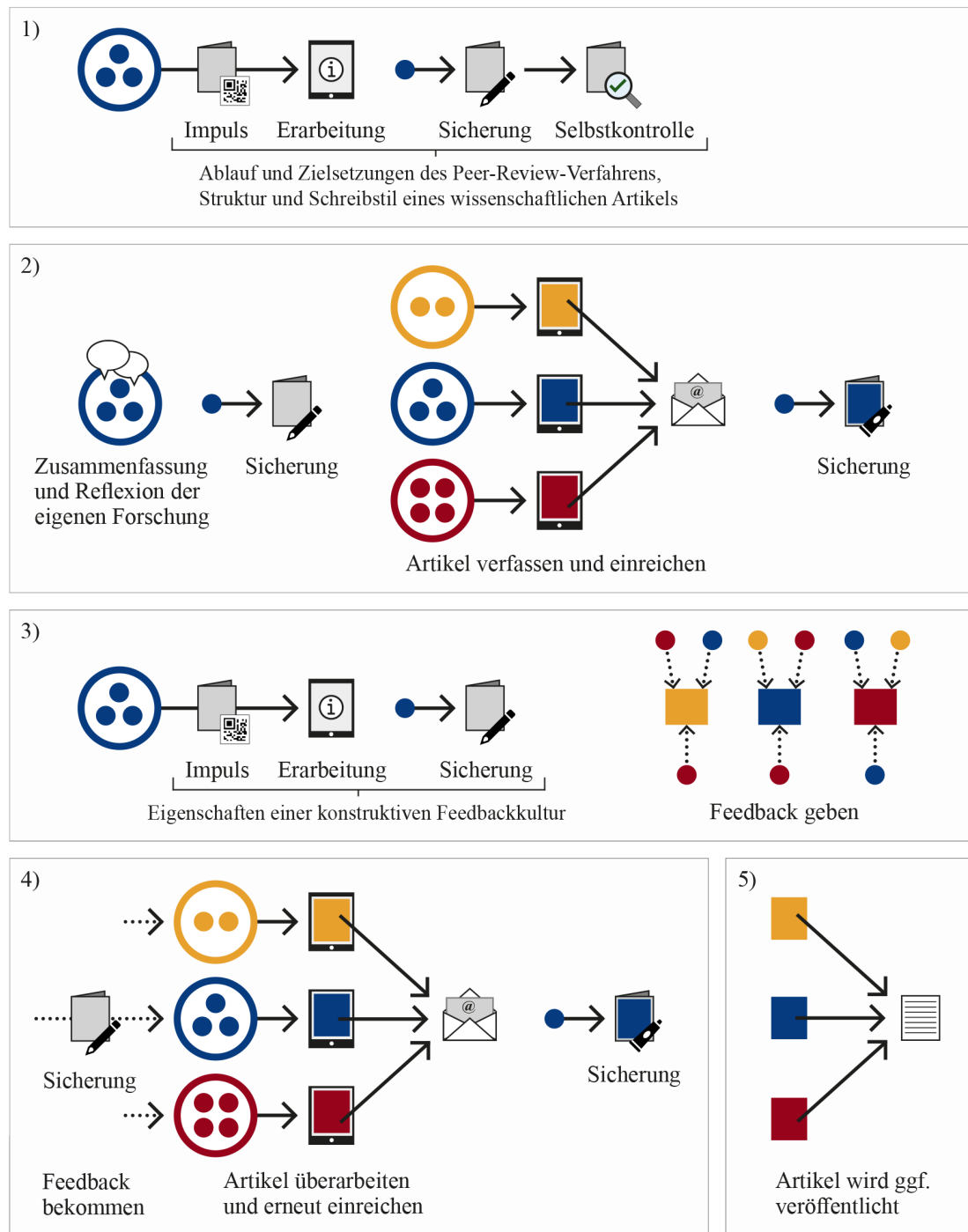


Abbildung 4: Die Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren lässt sich systematisch in fünf übergeordnete Phasen einteilen: 1) Die Erarbeitung des Peer-Review-Verfahrens, 2) das Verfassen der Artikel, 3) das Geben von Feedback, 4) die Überarbeitung der Artikel und 5) die Veröffentlichung der Artikel. Alle Abläufe, die exemplarisch für die blaue Arbeitsgruppe dargestellt wurden, finden parallel auch in den anderen Gruppen statt.



#### 4.2.5 Organisation des Peer-Feedbacks

Für die *Artikeleinreichung* wurde die Mailadresse *redaktion@uni-bonn.de* als Alias im Postfach der Mailadresse *inga.woeste@uni-bonn.de* eingerichtet. Nach Einsendeschluss können die Artikel somit rechtzeitig und in passender Anzahl ausgedruckt werden. Zu Beginn der Doppelstunde erhalten die Schüler\*innen dann den Artikel, zu dem sie jeweils Feedback geben sollen.

Wie in Kapitel [3.4.1](#) dargelegt, sind die Erfahrungen der Begutachtung anderer Artikel ebenfalls wertvoll für die Überarbeitung des eigenen Artikels. Um möglichst verschiedene Erfahrungen zu ermöglichen, sollte bei der *Zuteilung der Artikel* darauf geachtet werden, dass jedes Mitglied einer Arbeitsgruppe zu einem anderem Artikel eine Rückmeldung verfasst. Außerdem ist es von Vorteil, wenn je Artikel mehrere Schüler\*innen als Peers ein Feedback dazu geben (s. Kapitel [3.4.1](#)). Daher sollte versucht werden, die Anzahl der Gutachter\*innen je Artikel zu maximieren.

Um eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem zugeteilten Artikel zu fördern (s. Kapitel [3.4.1](#)) und den Schüler\*innen für die Rückmeldung eine Orientierungshilfe zu geben, wurde für das Peer-Review ein *Feedbackbogen* entwickelt (s. Kapitel [4.2.8](#)). Diesen bekommen die Schüler\*innen zusammen mit dem ihnen zugewiesenen Artikel von der Lehrkraft ausgeteilt. Für die Qualität des Feedbacks der Schüler\*innen ist jedoch, wie in Kapitel [3.3.3](#) beschrieben, die Etablierung einer respektvollen und konstruktiven *Feedbackkultur* relevant. Daher werden die Schüler\*innen im Vorhinein auf der Informationsbasis<sup>12</sup> (s. Anhang [B](#) S.65) mit den Eigenschaften einer wertvollen Feedbackkultur vertraut gemacht. Für eine nachhaltige Etablierung ist es jedoch wichtig, dass diese Feedbackkultur immer wieder im Unterricht thematisiert und gelebt wird.

Um zu verhindern, dass die persönliche Beziehungen zwischen der begutachtenden Person und den Autor\*innen bei der Rückmeldung zu einem Artikel eine Rolle spielen, wird das Feedback im Rahmen eines *Double-Blind-Verfahrens* (s. Kapitel [3.2.3](#)) gegeben. Auf diese Weise kann einer Bevor- oder Benachteiligung der Autor\*innen aufgrund persönlicher Voreingenommenheiten der Peers vorgebeugt werden (s. Kapitel [3.2.4](#)). Außerdem ist es den Peers leichter möglich, ein ehrliches und konstruktives Feedback zu geben, ohne sich dabei selbst zu zensieren (s. Kapitel [3.2.4](#)). Dennoch ist, wie auch bereits in Kapitel [3.2.4](#) dargelegt, klar, dass trotz der Anonymisierung die Möglichkeit besteht, dass sich Gutachter\*innen und Begutachtete beispielsweise aufgrund der von der Arbeitsgruppe gewählten Sportart oder der Handschrift auf dem Feedbackbogen erahnen können.

Aufgrund der Anonymisierung der Identitäten der Gutachter\*innen und der Autor\*innen ist im Anschluss an das Peer-Review eine Zuordnung der ausgefüllten Feedbackbögen

---

<sup>12</sup><https://didaktik.physik.uni-bonn.de/c8-peer-review/>

zu der entsprechenden Gruppe von Autor\*innen nicht so einfach möglich. Daher wurde hierfür ein *Farbcode* entwickelt und im Vorhinein alle Feedbackbögen mit derselben Farbe markiert, die für eine Rückmeldung zu demselben Artikel vorgesehen sind. Bei der Rückgabe ihres Feedbackbogens müssen die Schüler\*innen dann nur darauf achten, dass sie diesen an der Abgabestelle mit der entsprechenden Farbmarkierung abgeben.

Für die *Veröffentlichung der Artikel* wurde eine passwortgeschützte Unterseite auf der Projektseite der Fachdidaktik Physik der Universität Bonn<sup>13</sup> eingerichtet, auf der die Artikel zusammen mit den Namen der Autor\*innen veröffentlicht werden.

#### 4.2.6 Informationsbasis

Die im Rahmen der „EduChallenge PaN“ entwickelte Informationsbasis<sup>14</sup> bietet als digitale Lernumgebung eine Grundlage für eigenes Forschen und Reflektieren. Dafür werden zu jedem der fünf Teilabschnitte der „EduChallenge PaN“ (s. Abb. 3) Hintergrundinformationen in Form von kurzen Videos, Texten oder Grafiken dargeboten.

Zusätzlich zu den Abschnitten zum Peer-Review-Verfahren wurde im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls ein Lernvideo<sup>15</sup> zum Thema „Wie wird heute in der naturwissenschaftlichen Forschung gearbeitet?“ entwickelt und im Bereich „Wissenschaft heute“<sup>16</sup> der Informationsbasis eingebunden. Darin wird den Schüler\*innen am Beispiel des europäischen Kernforschungszentrums CERN die Bedeutung der kollaborativen Zusammenarbeit aufgezeigt, welche unter anderem die Arbeitskultur und Wissenskonstruktion in den Naturwissenschaften prägt.

Die Seite zum Peer-Review-Verfahren<sup>17</sup> (s. Anhang B) umfasst neben einer Einleitung die Abschnitte „Das Peer-Review-Verfahren im wissenschaftlichen Publikationsprozess“, „Wie schreiben wir einen wissenschaftlichen Artikel?“ und „Wie gebe ich Feedback zu einem wissenschaftlichen Text?“. Einleitend werden *Impulsfragen* zu verschiedenen Herausforderungen in der Wissenschaft aufgeführt, wobei allen das Peer-Review-Verfahren als Lösungskonzept gemeinsam ist. Im Anschluss an diesen Denkanstoß wird sogleich auf die wissenschaftlichen *Anwendungsbereiche und Ziele des Peer-Review-Verfahrens* eingegangen (s. Kapitel 3.2.2). Außerdem werden die beiden Begriffe „Peer“ und „Review“ aus dem Lateinischen hergeleitet und anhand dieser das *Konzept des Peer-Review-Verfahrens* als wissenschaftliche Praxis erklärt (s. Kapitel 3.2.1). Nach einer kurzen Zusammenfassung werden die Schüler\*innen dazu aufgefordert, die Intention des Peer-Review-Verfahrens im Laborbuch zu sichern.

<sup>13</sup> <https://didaktik.physik.uni-bonn.de/artikel/>

<sup>14</sup> <https://didaktik.physik.uni-bonn.de/c2-ubersicht/>

<sup>15</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=S1t8yYtXQRA>

<sup>16</sup> <https://didaktik.physik.uni-bonn.de/wissenschaft-heute/>

<sup>17</sup> <https://didaktik.physik.uni-bonn.de/c8-peer-review/>

Der nächste Abschnitt behandelt das Peer-Review-Verfahren im *wissenschaftlichen Publikationsprozess*. Nachdem begründet wurde, weshalb Publikationen für Wissenschaftler\*innen von Bedeutung sind, wird der *Ablauf* des Peer-Review-Verfahrens anhand einer Grafik beschrieben (s. Anhang [B](#)). Diese umfasst die sechs Schritte „Artikel verfassen“, „Artikel einreichen“, „Feedback zu anderem Artikel geben“, „Artikel überarbeiten“, „überarbeiteten Artikel einreichen“ und „Artikel wird ggf. in Fachzeitschrift veröffentlicht“. Dabei wurde eine didaktische Reduktion des Ablaufes des wissenschaftlichen Publikationsprozesses (s. Kapitel [3.3.1](#)) vorgenommen und den Schüler\*innen gleichzeitig eine Orientierungshilfe für den Ablauf des Peer-Review-Verfahrens im Rahmen der „EduChallenge PaN“ an die Hand gegeben.

Um der Fragestellung „Wie schreiben wir einen wissenschaftlichen Artikel?“ nachzugehen, wird im nachfolgenden Abschnitt auf die *inhaltliche Struktur eines wissenschaftlichen Artikels* (s. Kapitel [3.3.2](#)) und auf *Eigenschaften des wissenschaftlichen Schreibstils* eingegangen (s. Anhang [B](#) S.63ff.). Als Vorbereitung auf das Schreiben des eigenen Artikels wird dabei empfohlen, die zuvor erarbeiteten Forschungsergebnisse stichpunktartig zu notieren oder eine Mindmap anzulegen. Im Zusammenhang mit dem wissenschaftlichen Schreibstil werden die Schüler\*innen auf die Aspekte „Intersubjektivität“, „Sachlichkeit“, „Präzision“ und „Prägnanz“ (s. Kapitel [3.3.2](#)) aufmerksam gemacht.

Im letzten Abschnitt auf der Seite zum Peer-Review-Verfahren wird eine *wertvolle Feedbackkultur* mit den Adjektiven „respektvoll“, „ermutigend“, „ehrlich“ und „konstruktiv“ in Zusammenhang gebracht und den Schüler\*innen dargestellt, wie Feedback zu wissenschaftlichen Texten gegeben wird (s. Kapitel [3.3.3](#)). Am Ende dieses Abschnittes wird für die Sicherung der erarbeiteten Inhalte wieder auf die entsprechende Stelle im Laborbuch verwiesen. Außerdem gibt es einen mit „Feedbackbogen“ beschrifteten Button, welcher eine Verlinkung zum Feedbackbogen enthält.

Allgemein werden auf der Seite zum Peer-Review-Verfahren wichtige Informationen und Schlagwörter durch eine Variation der Farbe und Schriftart hervorgehoben. Sinnabschnitte, einzelne Stichpunkte oder Texteinrückungen verleihen der Seite ebenfalls eine übersichtliche Struktur.

#### **4.2.7 Laborbuch**

Zur Dokumentation der eigenen Forschung und Sicherung der relevanten Hintergrundinformationen wurde für die „EduChallenge PaN“ ein Arbeitsheft entwickelt. Dieses sogenannte „Laborbuch“<sup>18</sup> leitet die Schüler\*innen bei ihrer Forschung an und enthält immer wieder Verweise in Form von QR-Codes zu passenden Inhalten auf der Informationsbasis. Neben einer Einführung in die mit der „EduChallenge PaN“ verbundene „Challenge“ um-

---

<sup>18</sup><https://uni-bonn.sciebo.de/s/MSI0n9550ujjAIV>

fasst das Laborbuch einzelne Kapitel zu den fünf Teilabschnitten (s. Abb. 3) sowie zwei leere Seiten für Notizen. Jedes Kapitel beginnt mit einem kurzen *Einleitungstext* in das Thema. Für weitere Hintergrundinformationen wird auf die entsprechende Seite der Informationsbasis verwiesen. Nach dem Einleitungstext folgen dann je nach Teilbereich der „EduChallenge PaN“ unterschiedliche *Aufgabentypen*, im Rahmen derer wichtige Informationen, Forschungsergebnisse oder Reflexionsgedanken gesichert werden können.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden alle Seiten des Laborbuchs in einem einheitlichen Layout und in Orientierung am Corporate Design der Universität Bonn (Universität Bonn, 2017) gestaltet. Um Schüler\*innen mit Lern- oder Sprachschwierigkeiten zu unterstützen, wurden die Aufgaben mit *Piktogrammen* versehen. Darüber hinaus wurden für eine *sprachsensible Gestaltung* die Operatoren der einzelnen Aufgabenstellungen fett gedruckt. Außerdem geben *Zeitangaben* neben den Kapitelüberschriften den Schüler\*innen eine Orientierung, wie viel Zeit sie für die Bearbeitung der entsprechenden Abschnitte im Laborbuch einplanen müssen.

Als Vorbereitung auf das Peer-Review-Verfahren formulieren die Schüler\*innen im Abschnitt „*Rückbezug zur Forschungsfrage*“<sup>19</sup> auf der Grundlage der Ergebnisse ihrer eigenen Forschung eine Antwort auf ihre Forschungsfrage und reflektieren diese anschließend kritisch (s. Anhang E). Auf diese Weise spannen sie inhaltlich einen Bogen zum Beginn der Forschungsphase und schließen diese damit ab. Die Reflexion der eigenen Forschung ist dabei eine wichtige Basis für das Verfassen des eigenen wissenschaftlichen Artikels.

Die Seiten des Laborbuchs zum *Peer-Review-Verfahren* umfassen einen Einführungsteil sowie die Abschnitte „Einen wissenschaftlichen Artikel schreiben“, „Feedback geben“ und „Feedback bekommen“ (s. Anhang C). Im Rahmen der ersten beiden Aufgaben sollen die Intention des Peer-Review-Verfahrens erläutert und der Ablauf des Verfahrens in eigenen Worten beschrieben werden. Im Abschnitt zum *wissenschaftlichen Artikel* geht es dann in den nächsten beiden Aufgaben darum, die strukturellen Bestandteile eines wissenschaftlichen Artikels aufzulisten und die wichtigsten Punkte des wissenschaftlichen Schreibstils zu benennen. Als Recherchemöglichkeit wird jeweils auf die Informationsbasis verwiesen. Nach diesen vier Aufgaben, für die insgesamt 15 Minuten vorgesehen sind, werden die Schüler\*innen schließlich in einem kurzen Hinweis dazu aufgefordert, ihre Lösungen mit einer Beispiellösung zu vergleichen. In der fünften Aufgabe sollen die Schüler\*innen dann ihren eigenen wissenschaftlichen Artikel verfassen und einreichen. Hierfür wurden 30 Minuten eingeplant. Außerdem ist unter dieser Aufgabe Platz zum Einkleben des fertigen Artikels vorgesehen (s. Anhang C S.68).

Die nächste Seite behandelt das Thema „*Feedback geben*“ (s. Anhang C S.69). In der ersten Aufgabe geht es darum, die Eigenschaften eines wertvollen Feedbacks zu benen-

---

<sup>19</sup>Diese Aufgaben haben Johanna Rätz und Inga Woeste zusammen konzipiert.

nen. Anschließend werden die Schüler\*innen in der zweiten Aufgabe dazu aufgefordert, sich mit dem wissenschaftlichen Artikel einer anderen Arbeitsgruppe auseinanderzusetzen. Dabei werden sie darauf hingewiesen, sich für das Lesen des Artikels in Ruhe Zeit zu nehmen, danach den Feedbackbogen auszufüllen und diesen dann vorne am Pult abzugeben. Für diesen Abschnitt sind insgesamt 25 Minuten vorgesehen.

Im Abschnitt „*Feedback bekommen*“ werden die Schüler\*innen dazu aufgefordert, sich als Gruppe gemeinsam das Feedback der Mitschüler\*innen zu ihrem Artikel durchzulesen und anschließend darüber zu diskutieren. Im Rahmen der zwei aufgeführten Aufgaben sollen die Schüler\*innen zusammenfassen, was sie Positives aus dem Peer-Feedback mitgenommen haben und die Aspekte nennen, welche sie als Gruppe an ihrem Artikel noch verbessern sollten. Die letzte Aufgabe umfasst dann abschließend das Überarbeiten und erneute Einreichen des Artikels. Für diesen Abschnitt sind 20 Minuten vorgesehen. Auf der folgenden Seite im Laborbuch ist Platz zum Einkleben des überarbeiteten Artikels.

#### **4.2.8 Feedbackbogen für das Peer-Feedback**

Um den Schüler\*innen für die Rückmeldung zu den Artikeln eine Orientierungshilfe zu geben (s. Kapitel 3.4.1), wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Feedbackbogen entwickelt (s. Anhang F). Dieser basiert auf dem Abschnitt „Wie schreiben wir einen wissenschaftlichen Artikel?“ der Informationsbasis (s. Anhang B S.63ff.) und einer Checkliste für Feedback zu wissenschaftlichen Arbeiten der Technischen Universität Dresden (TU Dresden, 2016, S. 2).

Der Feedbackbogen ist tabellarisch in sieben Teilabschnitte gegliedert: Gesamteindruck, Forschungsfrage, Inhalt, Struktur, Sprache und Stil, weiteres Feedback und Entscheidungsempfehlung (s. Anhang F). In der *Aufgabenstellung* wird deutlich, dass die Schüler\*innen nicht den ganzen Feedbackbogen ausfüllen müssen, sondern sich ein paar der aufgelisteten Aspekte aussuchen können. Für eine *sprachsensible Gestaltung* wurden die Operatoren der Aufgabe hervorgehoben. Zu den ersten fünf Teilbereichen wurden verschiedene Fragen formuliert, welche stichpunktartig in den dafür vorgesehenen Bereichen beantwortet werden können. Am Ende des Feedbackbogens ist darüber hinaus noch Platz für weiteres Feedback gelassen worden. Im Rahmen der Entscheidungsempfehlung sollen die Schüler\*innen abschließend aus den Möglichkeiten „Artikel kann ohne Änderung veröffentlicht werden“ und „Artikel muss vor der Veröffentlichung noch überarbeitet werden“ eine auswählen.

### 4.3 Durchführung der „EduChallenge PaN“

Im Rahmen der ersten Erprobungsphase des Design-Based Research Projekts „EduChallenge PaN“ wurde die Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren mit zwei Physikkursen der Einführungsphase zweier unterschiedlicher Schulen durchgeführt. Beide Erprobungen fanden von November bis Dezember 2021 statt, die eine über 13 Unterrichtsstunden am Alexander-von-Humboldt-Gymnasium in Bornheim und die andere über 10 Unterrichtsstunden am Humboldt-Gymnasium in Köln (s. Anhang J). Der Unterschied in der Anzahl der Unterrichtsstunden ergab sich über das unterschiedliche Arbeitstempo der beiden Kurse. Die Artikel wurden am Ende für beide Kurse einsehbar veröffentlicht.

In der ersten Unterrichtsstunde wurde an beiden Schulen der Pre-Test (s. Kapitel 4.4.2) durchgeführt und in die „EduChallenge PaN“ eingeführt. Im Hinblick auf eine eventuell mögliche Covid-19 bedingte Schulschließung fand der Post-Test (s. Kapitel 4.4.2) an beiden Schulen am Ende der Doppelstunde zum Peer-Review-Verfahren statt. Daher wurden die Artikel erst in der letzten Einzelstunde parallel zu den Gruppeninterviews mit den Schüler\*innen (s. Kapitel 4.4.3) auf der Grundlage des Feedbacks der Peers und des Teams der Fachdidaktik Physik der Universität Bonn<sup>20</sup> zu Ende überarbeitet (s. Anhang J). Die Unterrichtsstunden begannen immer mit einer Begrüßung durch die jeweilige Lehrerin und das Team der Universität Bonn, wobei manchmal im Anschluss daran in einer kurzen Plenumsphase Bezug zur Hausaufgabe und letzten Stunde genommen wurde.

### 4.4 Erhebungsinstrumente

Um den Forschungsfragen dieser Arbeit (s. Kapitel 2) nachzugehen, wurden im Rahmen der „EduChallenge PaN“ verschiedene Erhebungsinstrumente entwickelt. Der Ablauf der Intervention wurde auf Beobachtungsbögen dokumentiert und die Vorstellungen der Schüler\*innen zu Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens im Rahmen eines Pre-Post-Tests erfasst. Um die „EduChallenge PaN“ weiterentwickeln zu können, wurden abschließend Interviews mit den Schüler\*innen und Lehrerinnen durchgeführt sowie im Posttest ein schriftliches Feedback eingeholt.

#### 4.4.1 Unterrichtsbeobachtungsbögen

Um die Schüler\*innen während der gesamten „EduChallenge PaN“ strukturiert beobachten zu können, wurden für jede Unterrichtsstunde zwei Beobachtungsbögen entwickelt: einer zur allgemeinen Beobachtung des gesamten Physikkurses und einer zur näheren Beobachtung der einzelnen Arbeitsgruppen (s. Anhang G).

---

<sup>20</sup>Die Schüler\*innen und Lehrerinnen wurden während der Erprobung von Jan Heysel, Johanna Rätz, Vera Munz und Inga Woeste begleitet.



Der Bogen zur Kursbeobachtung (s. Anhang **G** S.83) ist im Gegensatz zu dem zur Gruppenbeobachtung für alle Unterrichtsstunden gleich. Die Kopfzeile umfasst die Abfrage des Datums, des Themas der Stunde, der Schule und der entsprechenden Stunde der „EduChallenge PaN“. Weiterhin ist eine Tabelle für den zeitlichen Verlauf und die inhaltliche Struktur der Unterrichtsstunde sowie für allgemeine Beobachtungen aufgeführt.

Die Kopfzeile des Bogens für die Gruppenbeobachtung (s. Anhang **G** S.79) ist ähnlich zu der des Kursbeobachtungsbogens. Der nachfolgende Abschnitt „Besondere Beobachtungspunkte“ enthält je nach Unterrichtsstunde unterschiedliche Beobachtungsfragen.

Für die *Einzelstunde zum Peer-Review-Verfahren* sind dies beispielsweise:

- Gelingt den Schüler\*innen der Rückbezug zur Forschungsfrage?
- Arbeiten die Schüler\*innen beim Verfassen des Artikels als Gruppe zusammen?
- Wie gehen die Schüler\*innen beim Verfassen des Artikels vor?
- Nutzen die Schüler\*innen die Hinweise auf der Informationsbasis?
- Wie kommen die Schüler\*innen mit dem Schreiben auf den Tablets zurecht?

Für die anschließende *Doppelstunde zum Peer-Review-Verfahren* wurden folgende Fragen formuliert:

- Wie kommen die Schüler\*innen mit dem Feedbackbogen zurecht?
- Wie wird das Feedback von den Schüler\*innen angenommen?
- Überarbeiten die Schüler\*innen ihren Artikel?

Alle Bögen zur Gruppenbeobachtung umfassen außerdem noch drei weitere Abschnitte zur Beobachtung der Organisation und Kommunikation in der Arbeitsgruppe, der Arbeit mit dem Laborbuch und dem Umgang mit der Informationsbasis (s. Anhang **G** S.80).

#### **4.4.2 Pre-Post-Test**

Mit dem Pre-Post-Test (s. Anhang **H**) soll das Lernkonzept der „EduChallenge PaN“ bewertet werden. Dieser umfasst sieben Teilabschnitte: Einleitung, personenbezogene Daten, persönliche Motivation, Tätigkeiten von Naturwissenschaftler\*innen, Untersuchung von Papierfliegern, verschiedene in der „EduChallenge PaN“ behandelte Konzepte und eine Transferaufgabe zu Forschung und Simulationen in der Klimaforschung. Für den Pre- und Post-Test ist jeweils ein Zeitrahmen von 30 Minuten vorgesehen.

Im Einführungstext werden die Schüler\*innen darum gebeten, die Fragen des Tests so gut es geht zu beantworten. Wenn sie bei einer Frage keine Antwort wissen, sollen sie diese mit einem „X“ markieren und wenn sie eine Frage aus Zeitgründen nicht beantworten können, mit einem „Z“. Zu Beginn des Tests werden die Schüler\*innen dazu aufgefordert, ihren Vor- und Nachnamen sowie ihre Schule anzugeben, damit die Antworten des Pre- und des Post-Tests später eindeutig zugeordnet werden können. Die dann folgenden

Aufgaben umfassen sowohl verschiedene Aussagen, welche auf einer fünfstufigen Likert-Skala bewertet werden sollen, als auch offene Aufgaben, bei denen die Schüler\*innen verschiedene Fragestellungen beantworten sollen. Der Post-Tests umfasst darüber hinaus eine weitere Aufgabe, mit welcher ein Feedback zur „EduChallenge PaN“ eingeholt wird.

Im Hinblick auf die Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren wurden für den Abschnitt „Verschiedene Konzepte“ des Pre-Post-Tests zwei Items als offene Unteraufgaben formuliert (s. Anhang [H](#) S.87, Aufgabe 5):

*Beschreibe jeweils kurz und gerne in Stichsätzen, ...*

*k) wie ein Peer-Review-Verfahren abläuft.*

*l) warum man in der Wissenschaft Peer-Review einsetzt.*

Die beiden Fragen beziehen sich auf Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens und greifen somit die Zielsetzungen der Intervention auf (s. Kapitel [4.2.1](#)).

#### **4.4.3 Gruppeninterviews mit den Schüler\*innen**

Um die Lernumgebung der „EduChallenge PaN“ verbessern zu können, wurden mit den einzelnen Arbeitsgruppen Interviews durchgeführt und dafür im Vorhinein ein Leitfaden entwickelt (s. Anhang [I](#)). Um eine lockere Gesprächsatmosphäre aufzubauen, sollen die Schüler\*innen zu Beginn einen Bezug zwischen dem Logo der „EduChallenge PaN“ und deren Inhalten herstellen. Daran anschließend werden Fragen zu den in der „EduChallenge PaN“ thematisierten Konzepten gestellt und schließlich Feedback zur Lernumgebung eingeholt. Dabei sollen die Schüler\*innen rückblickend zusammenfassen, was ihrer Ansicht nach im Rahmen der „EduChallenge PaN“ nicht so gut geklappt hat und was daran geändert werden sollte. Andererseits wurden die Schüler\*innen ebenfalls darum gebeten, Aspekte zu nennen, die ihnen an der „EduChallenge PaN“ besonders gut gefallen haben und die so bleiben sollen. Darüber hinaus sollten die Schüler\*innen ihre Eindrücke zu verschiedenen Bestandteilen der „EduChallenge PaN“ mitteilen, wie die Zusammenarbeit in den Arbeitsgruppen, die Kombination aus Informationsbasis und Laborbuch sowie der Abgleich mit Beispiellösungen. Im Hinblick auf das Peer-Review-Verfahren wurde danach gefragt, was den Schüler\*innen daran gefallen hat und was sie daran verbessern würden. Insbesondere wurde dabei nach dem gemeinsamen Verfassen des Artikels in der Gruppe, dem Feedbackbogen und der Umsetzung des Peer-Reviews gefragt.

#### **4.4.4 Befragung der Lehrerinnen**

Neben den Schüler\*innen wurde auch von beiden Lehrerinnen ein Feedback zur „EduChallenge PaN“ eingeholt und dafür mit beiden jeweils ein Interview geführt. In den Gesprächen ging es um die Gesamteinschätzung der „EduChallenge PaN“ sowie die persönlichen Eindrücke zu den einzelnen Inhalten. Besprochen wurden dabei unter anderem das



Peer-Review-Verfahren, die Arbeitsform in den Kleingruppen, die Relevanz von Plenumsphasen, und die Kombination aus Laborbuch und Informationsbasis. Eine Lehrerin gab zudem bereits im Vorhinein ein schriftliches Feedback zur „EduChallenge PaN“.

## 4.5 Stichprobe

An der ersten Erprobung der „EduChallenge PaN“ nahmen insgesamt  $N = 35$  Schüler\*innen teil, 20 Schüler\*innen (7 Gruppen) des Alexander-von-Humboldt-Gymnasiums (AvH) in Bornheim und 15 Schüler\*innen (5 Gruppen) des Humboldt-Gymnasiums (H) in Köln sowie jeweils eine Lehrerin (s. Anhang [K](#)). Ein Peer-Feedback gaben insgesamt  $N_{Feedback} = 31$  Schüler\*innen (AvH: 20, H: 11).

Im Rahmen der Erhebung wurden beim Pre-Test  $N_{Pre} = 32$  Schüler\*innen (AvH: 20, H: 12) und beim Post-Test  $N_{Post} = 34$  Schüler\*innen (AvH: 20, H: 14) befragt, wobei  $N_{PrePost} = 31$  Schüler\*innen (AvH: 20, H: 11) an beiden Tests teilnahmen.

Darüber hinaus wurden von  $N_{Laborbuch} = 30$  der Schüler\*innen (AvH: 19, H: 11) die Laborbücher abfotografiert und abschließend insgesamt  $N_{Interview} = 29$  Schüler\*innen (AvH: 20, H: 9) in ihren jeweiligen Arbeitsgruppen (AvH: 7, H: 3) interviewt.

## 4.6 Datenauswertung

Im Folgenden wird erläutert, wie die Laborbücher, die Feedbackbögen, die Beobachtungsbögen, der Pre-Post-Test und das erhaltene Feedback der Schüler\*innen und Lehrerinnen zur „EduChallenge PaN“ ausgewertet wurden.

Am Ende der ersten Erprobungsphase der „EduChallenge PaN“ wurden die *Laborbücher* der Schüler\*innen eingesammelt und seitenweise abfotografiert. Danach wurden die Abschnitte zum Peer-Review-Verfahren mithilfe der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz Kuckartz ([2018](#), S. 97 ff.) kategorienbasiert mit dem Programm Excel ausgewertet (s. Anhang [M](#) S.99). Dabei wurde untersucht, ob und inwieweit im Laborbuch eine Sicherung der erarbeiteten Inhalte stattgefunden hat und was genau die Schüler\*innen zu Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens notiert haben.

Die *Feedbackbögen*, welche die Schüler\*innen im Rahmen des Peer-Review-Verfahrens ausgefüllt haben, wurden ebenfalls mithilfe der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz kategorienbasiert mit Excel im Hinblick auf die Art und Weise der Bearbeitung ausgewertet (s. Anhang [M](#) S.99).

Die auf den *Beobachtungsbögen* notierten Beobachtungen zur Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren wurden zusammengefasst und auf der Basis dessen ein Fazit zu inhaltlichen und zeitlich-strukturellen Aspekten gezogen (s. Anhang [M](#) S.100).

Die Antworten der Schüler\*innen zu den zwei Unteraufgaben des *Pre-Post-Test* zum Peer-Review-Verfahren wurden mithilfe der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz kategorienbasiert mit Excel ausgewertet. Dabei wurden dem ersten Item 13 und dem zweiten 9 Kategorien untergeordnet (s. Abb. 5). Diese Kategorien ergaben sich infolge eines induktiven Vorgehens anhand den von den Schüler\*innen zu den beiden Unteraufgaben genannten Punkten. Einzelne Antworten können dabei mehrere Aspekte beinhalten, die verschiedenen Kategorien zugeordnet werden. Eine detaillierte Übersicht über die Definitionen der Kategorien mit exemplarischen Antworten der Schüler\*innen ist im Anhang L zu finden.

<i>Beschreibe jeweils kurz und gerne in Stichsätzen, ...</i>	
Item	
	<b>1. wie ein Peer-Review-Verfahren abläuft.</b> <b>2. warum man in der Wissenschaft Peer-Review einsetzt.</b>
Kategorien	
forschen	um eine Rückmeldung zu bekommen
Artikel verfassen	um etwas zu verbessern
Artikel einreichen	als Bewertungsverfahren (Artikel, Projekte, Personen)
Rückmeldung geben	zur wissenschaftlichen Qualitätssicherung und -kontrolle
über Artikel entscheiden	zur Selbststeuerung von Wissenschaft
Rückmeldung erhalten	zur Erschaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Ressourcenverteilung (Fördermittel, Publikation)
Artikel überarbeiten	keine Ahnung
überarbeiteten Artikel einreichen	keine Zeit
überarbeiteten Artikel prüfen	nicht zu klassifizieren
Artikel veröffentlichen	
keine Ahnung	
keine Zeit	
nicht zu klassifizieren	

Abbildung 5: Im Rahmen der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse der Antworten der Schüler\*innen zu den zwei Unteraufgaben des Pre-Post-Test zum Peer-Review-Verfahren wurde eine Einteilung in zwei übergeordnete Items und insgesamt 22 Kategorien vorgenommen.

Nach der Transkription der *Interviews* mit den Schüler\*innen und Lehrerinnen mit dem Programm f4transkript wurden die für diese Arbeit relevanten Aussagen inhaltlich nach Themen sortiert und auf der Basis dessen Ergebnisse formuliert (s. Anhang M S.101ff.).

## 5 Diskussion der Methoden und Ergebnisse

### 5.1 Betrachtung der Gütekriterien

Um eine möglichst hohe interne *Validität* der Erhebungsergebnisse zu erreichen, wurden beim Pre-Post-Test, den Laborbüchern, den Beobachtungs- und Feedbackbögen auf eine klare Formulierung der Aufgabenstellungen oder Beobachtungsfragen, eine sinnvolle Strukturierung der Antwortbereiche und die Konzeption konzeptbezogener Aufgaben geachtet. Der Pre-Post-Test wurde zudem im Vorhinein einmal in einem Probedurchlauf mit einer vergleichbaren Stichprobe getestet und daraufhin überarbeitet. Auf diese Weise sollten sprachliche Missverständnisse verringert werden. Bei den Interviews wurde darüber hinaus durch näheres Nachfragen eine möglichst hohe interne Validität angestrebt. Dass der Pre-Test wie auch der Post-Test an beiden Schulen jeweils an verschiedenen Tagen und zu unterschiedlichen Tageszeiten durchgeführt wurden, führt andererseits zu einer Verminderung der Validität. Bei der Datenauswertung der zwei Items des Pre-Post-Tests zum Peer-Review-Verfahren stellt wiederum eine klare Aufführung der untergeordneten Kategorien die Validität weitestgehend sicher.

Durch eine Standardisierung der verwendeten Materialien und Erhebungsinstrumente wird bei der Datenerhebung eine möglichst hohe *Reliabilität* angestrebt. Die klare Vorgehensweise bei der Datenauswertung der zwei Items des Pre-Post-Tests stellt zudem die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei Wiederholungen der Auswertung weitestgehend sicher.

Die *Objektivität* wurde dadurch erhöht, dass die Schüler\*innen während des Pre-Post-Tests nicht beeinflusst wurden und die Auswertung der anonymisierten Testdaten teilweise auch durch eine weitere Person durchgeführt wurde. Außerdem wurden die Gruppeninterviews mit den Schüler\*innen auf der Grundlage eines Interviewleitfadens geführt, was sich ebenfalls positiv auf die Objektivität auswirkt.

### 5.2 Darstellung der Ergebnisse

#### 5.2.1 Ergebnisse des Pre-Post-Tests

Im Rahmen der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse (s. Kapitel 4.6) wurden die Antworten der Schüler\*innen zu den zwei Items des Pre-Post-Tests zum Peer-Review-Verfahren (s. Kapitel 4.4.2) betrachtet. In Abb. 6 und in Abb. 8 sind die prozentualen Anteile der Schüler\*innen aufgeführt, deren Antworten infolge der qualitativen Inhaltsanalyse den aufgeführten Kategorien zugeordnet wurden. Hierbei wurde die Nennung mehrerer Aspekte berücksichtigt. Darüber hinaus sind die Antworten der Schüler\*innen in der Kategorie „Rückmeldung geben“ des ersten Items in Abb. 7 dargestellt.

Beschreibe... 1. wie ein Peer-Review-Verfahren abläuft.

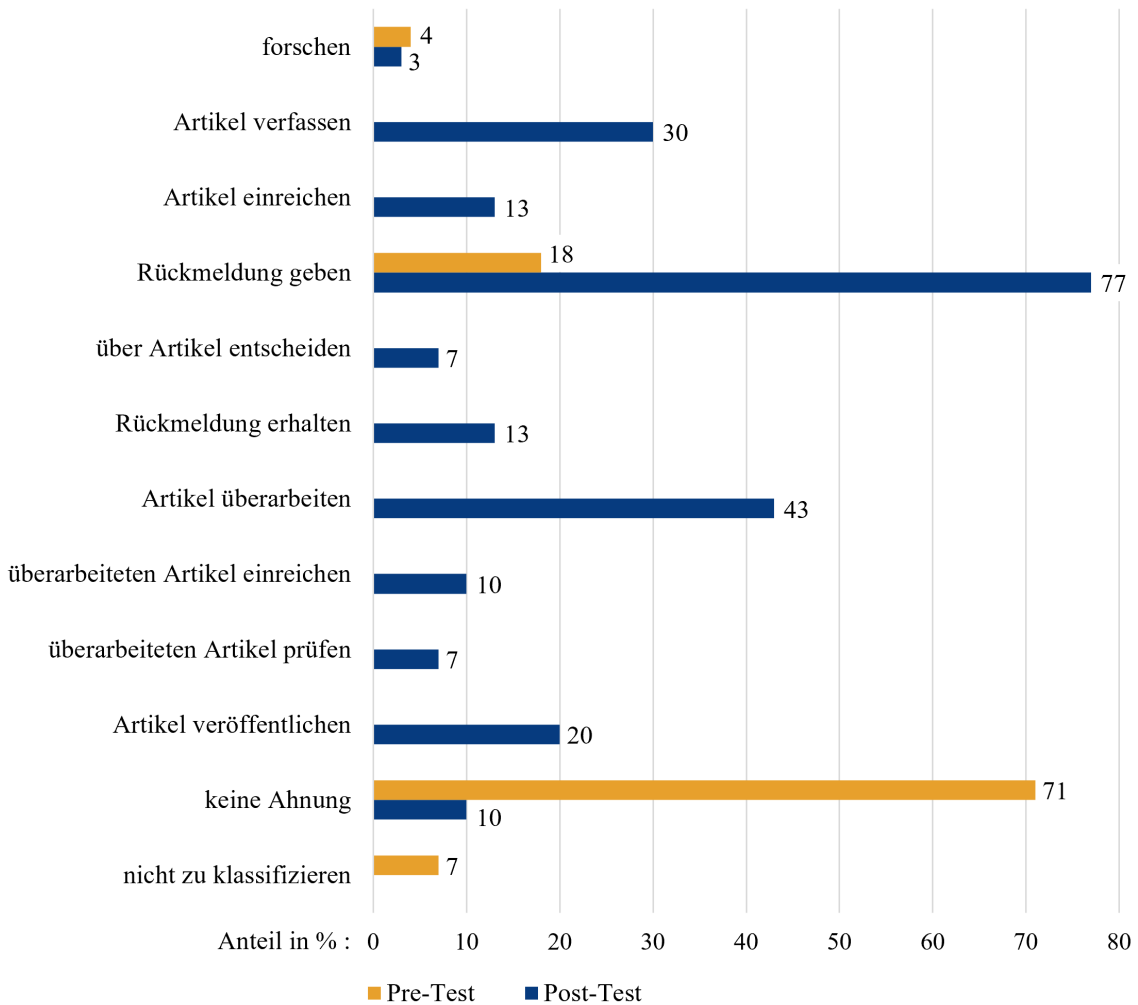


Abbildung 6: Prozentuale Übersicht über die Anteile der Schüler\*innen, deren Antworten zum ersten Item des Pre-Post-Tests zum Peer-Review-Verfahren bei der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse den aufgeführten Kategorien zugeordnet wurden.

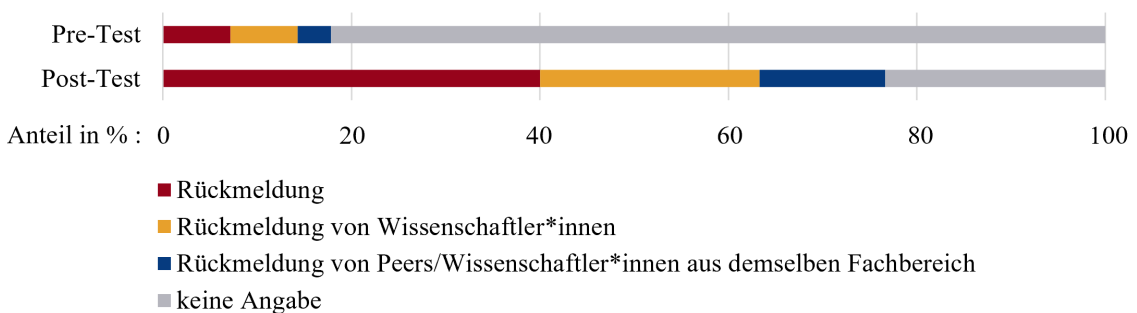


Abbildung 7: Prozentuale Übersicht über die Antworten der Schüler\*innen in der Kategorie „Rückmeldung geben“ des ersten Items des Pre-Post-Tests zum Peer-Review-Verfahren.

Beschreibe... 2. warum man in der Wissenschaft Peer-Review einsetzt.

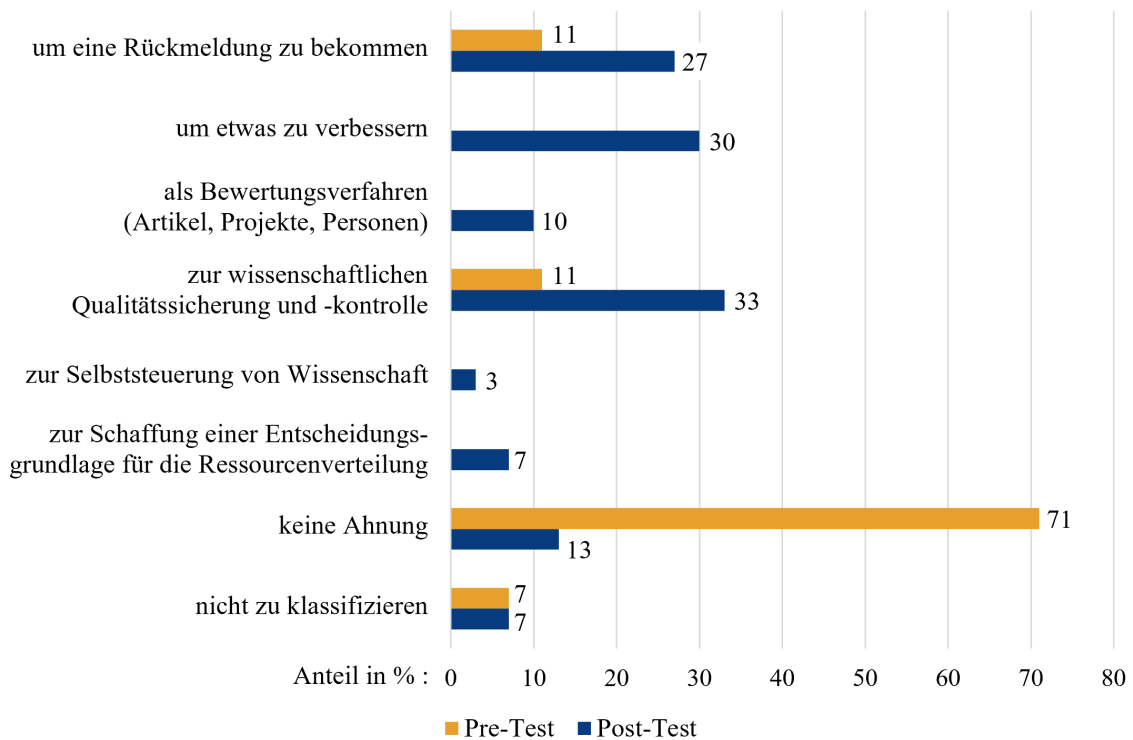


Abbildung 8: Prozentuale Übersicht über die Anteile der Schüler\*innen, deren Antworten zum zweiten Item des Pre-Post-Tests zum Peer-Review-Verfahren bei der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse den aufgeführten Kategorien zugeordnet wurden.

### 5.2.2 Ergebnisse der Auswertung der Laborbücher

Insgesamt haben je nach Aufgabe zwischen 76% und 93% der Schüler\*innen die Aufgaben zum Peer-Review-Verfahren im Laborbuch bearbeitet (s. Anhang [M](#) S.99). In Abb. [9](#) sind die prozentualen Anteile der Schüler\*innen aufgeführt, welche die entsprechenden Aspekte zum Ablauf des Peer-Review-Verfahrens im Rahmen der ersten Laborbuchaufgabe (s. Anhang [C](#) S.67) gesichert haben. Ob und inwieweit die Schüler\*innen etwas zum Aspekt „Rückmeldung geben“ notiert haben, ist in Abb. [10](#) dargestellt. Insgesamt haben 45% der Schüler\*innen den Ablauf des Peer-Review-Verfahrens mithilfe von Pfeilen, einer Nummerierung oder in Form von Stichpunkten im Laborbuch gesichert. Hingegen haben 31% der Schüler\*innen dazu einen Fließtext verfasst (s. Anhang [M](#) S.99). Darüber hinaus sind in Abb. [11](#) die prozentualen Anteile der Schüler\*innen dargestellt, welche die entsprechenden Aspekte zur Intention des Peer-Review-Verfahrens im Laborbuch gesichert haben. Bei der Laborbuchaufgabe zum wissenschaftlichen Artikel (s. Anhang [C](#) S.67) haben 31% der Schüler\*innen die strukturellen Bestandteile eines Artikels ohne und 48% der Schüler\*innen zusammen mit einer Erläuterung notiert. Zudem haben 80% der Schüler\*innen die vier Aspekte gesichert, anhand welcher auf der Informationsbasis das Konzept einer wertvollen Feedbackkultur vorgestellt wurden, wobei weniger als die Hälfte der Schüler\*innen diese Aspekte näher erläutert hat (s. Anhang [M](#) S.99).

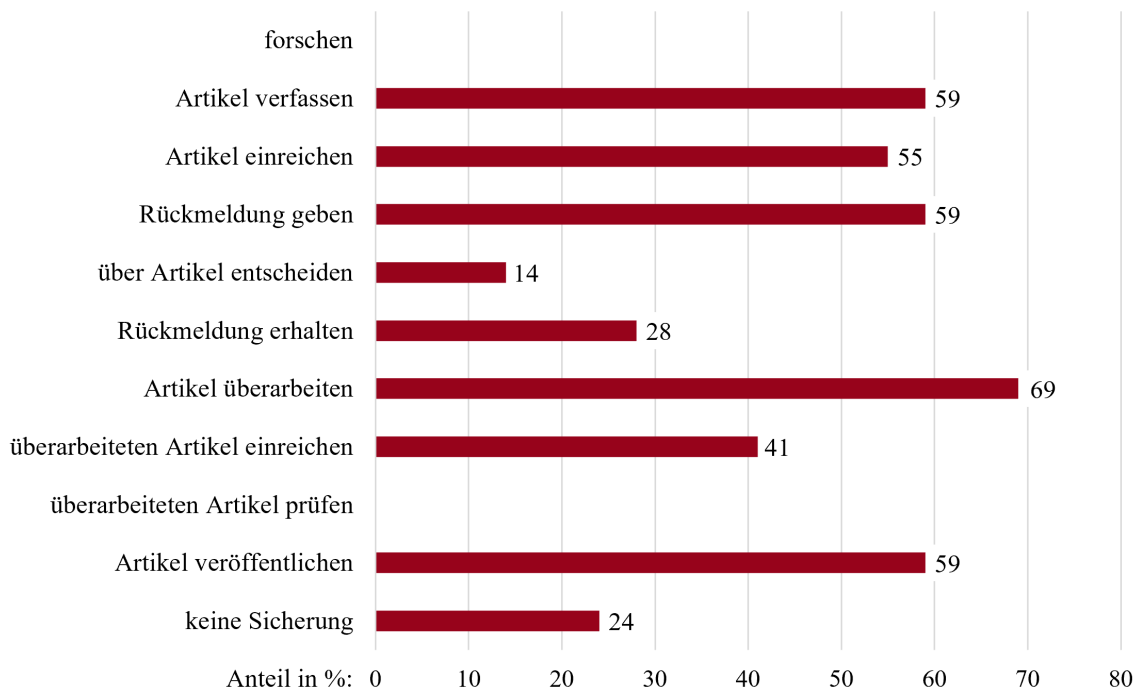


Abbildung 9: Prozentuale Übersicht über die Anteile der Schüler\*innen, die die entsprechenden Aspekte zum Ablauf des Peer-Review-Verfahrens im Laborbuch gesichert haben.

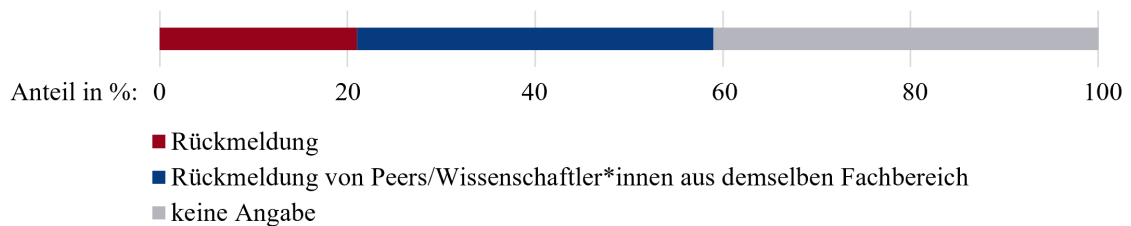


Abbildung 10: Übersicht über die prozentualen Anteile der Schüler\*innen, welche in der Kategorie „Rückmeldung geben“ die entsprechenden Aspekte zum Ablauf des Peer-Review-Verfahrens im Laborbuch gesichert haben.

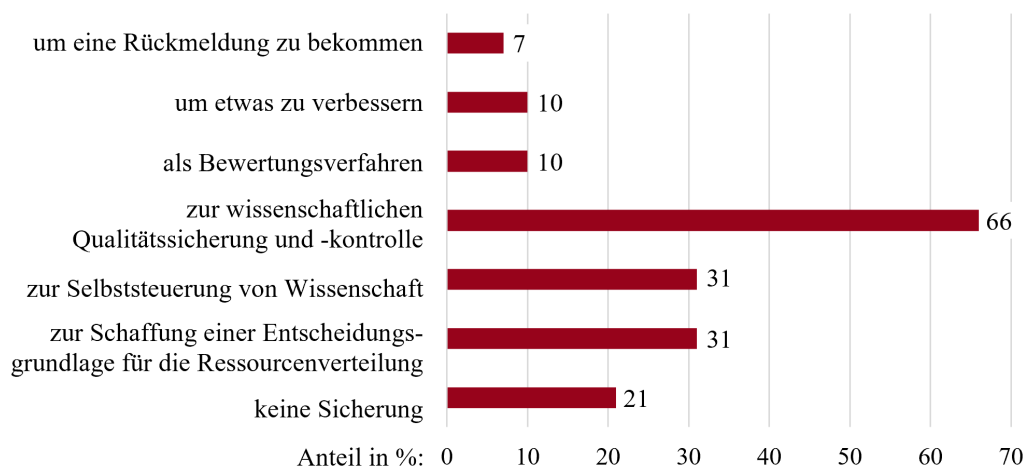


Abbildung 11: Prozentuale Übersicht über die Anteile der Schüler\*innen, die die entsprechenden Aspekte zu Zielen des Peer-Review-Verfahrens im Laborbuch gesichert haben.

### 5.2.3 Ergebnisse der Auswertung der Feedbackbögen

Im Rahmen des Peer-Feedbacks haben 77% der Schüler\*innen ihren Feedbackbogen vollständig ausgefüllt. Zudem gaben 71% der Schüler\*innen ihr Feedback überwiegend in Form von Häkchen, Kreuzen oder „Ja/Nein“-Antworten und 29% der Schüler\*innen überwiegend stichpunktartig an. Außerdem formulierten 19% der Schüler\*innen keine Entscheidungsempfehlung. (s. Anhang **M** S.99)

### 5.2.4 Ergebnisse der Auswertung der Beobachtungsbögen

Bei der Auswertung der Beobachtungsbögen wurde die für die Aufgaben zum Peer-Review-Verfahren im Laborbuch benötigte Unterrichtszeit ermittelt (s. Anhang **M** S.100). In der Tabelle **I** sind die im Vorhinein geplanten Zeiten den tatsächlich benötigten Zeiten gegenübergestellt.

<b>Aufgabe im Laborbuch</b>	<b>geplante Zeit</b>	<b>tatsächliche Zeit</b>
Ablauf und Intention des Peer-Review-Verfahrens Aufgaben zum wissenschaftlichen Artikel	15 min	25 min
Aufgaben zu „Feedback geben“	25 min	25 min
Aufgaben zu „Feedback bekommen“ Überarbeitung des Artikels	20 min	25 min + 30 min

Tabelle 1: Vergleich des geplanten und tatsächlichen Zeitaufwandes bei der Bearbeitung der Laborbuchaufgaben.

Außerdem wurden drei weitere Problemstellungen identifiziert (s. Anhang **M** S.100): Um Zeit zu sparen, schrieben manche Schüler\*innen die Beispiellösungen zu den Aufgaben auf der ersten Seite zum Peer-Review-Verfahren ab. Zudem war im Laborbuch kein Platz für das Einkleben der Feedbackbögen vorgesehen. Weiterhin reichten drei von zwölf Arbeitsgruppen ihren Artikel nicht ein, obwohl sie diesen bereits fertig gestellt hatten. Da die Gruppen den Artikel aber selbstständig zur Unterrichtsstunde zum Peer-Feedback mitbrachten, konnten diese noch kurzfristig in das Verfahren eingebunden werden.

Beim gemeinsamen Verfassen des Artikels in der Gruppe wurde beobachtet, dass nur eine Person auf dem Tablet schreiben konnte. Das Verfassen des Artikels fiel dabei den Schüler\*innen leichter, die eine externe Tastatur für das Tablet verwendeten. Einige Gruppen entwickelten in diesem Zusammenhang selbstständig Konzepte zur Arbeitsteilung. In Bezug auf den Inhalt des Artikels orientierten sich die meisten Arbeitsgruppen an den Hinweisen auf der Informationsbasis. Jedoch überlegten sie sich für das Vorgehen beim Schreiben des eigenen wissenschaftlichen Artikels keine Strategie. (s. Anhang **M** S.100)

Die Schüler\*innen kamen nach eigenen Aussagen gut mit dem Feedbackbogen zurecht und fanden diesen sehr übersichtlich. Bei einer Gruppe konnte beobachtet werden, dass

die Schüler\*innen durch die Begutachtungen der Artikel ihrer Mitschüler\*innen bereits Verbesserungsvorschläge für ihren eigenen Artikel gesammelt haben. Aufgrund des häufig oberflächlichen Feedbacks fiel vielen Schüler\*innen eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Rückmeldungen der Mitschüler\*innen schwer. Am Ende der Unterrichtseinheit überarbeiten alle Arbeitsgruppen ihre Artikel. Manche hatten Schwierigkeiten, dabei an das Feedback ihrer Mitschüler\*innen anzuknüpfen, welches bereits in der vorherigen Stunde gegeben wurde. (s. Anhang [J](#) und Anhang [M](#) S.100)

### 5.2.5 Feedback der Schüler\*innen

38% der Schüler\*innen gaben im Post-Tests an, dass sie aus der „EduChallenge PaN“ für sich persönlich mitnehmen, wie wissenschaftliches Arbeiten funktioniert. Dabei nannten jeweils zwei Schüler\*innen das Peer-Review-Verfahren und das Verfassen eines wissenschaftlichen Artikels. Im Rahmen der Interviews bezeichneten darüber hinaus zwei Schüler\*innen das Konzept der „EduChallenge PaN“ als positiv und abwechslungsreich. Außerdem wurden die Möglichkeit, eigene Lösungen mit Beispiellösungen zu vergleichen und das Konzept des Laborbuches positiv erwähnt. (s. Anhang [M](#) S.101f.)

Den Ablauf des Peer-Review-Verfahrens bewerteten mehrere Schüler\*innen als positiv, wobei ein Schüler die Idee befürwortete, das Verfahren weiterhin im Physikunterricht anzuwenden. Zudem betonte eine Schülerin, dass für sie die Bearbeitung der Laborbuchaufgaben zum Peer-Review-Verfahren aufgrund der Gestaltung der Informationsbasis in Textform, und nicht wie sonst überwiegend in Form eines Videos, einfacher war. Einer anderen Schülerin gefiel das selbstständige Verfassen des Artikels. (s. Anhang [M](#) S.101f.)

Bezüglich des Feedbackbogens erwähnte ein Schüler explizit, dass er mit diesem gut zurecht gekommen sei und zwei weitere Schüler\*innen bezeichneten den Feedbackbogen als gute Orientierungshilfe für ihr Peer-Feedback. Darüber hinaus wurde betont, dass die Bewertung anderer Texte insofern interessant war, da auf diese Weise Einblicke in die Forschung anderer Schüler\*innen möglich war. Auch das Feedback der Mitschüler\*innen wurde als bereichernd empfunden, wobei ein Schüler explizit erwähnte, dass er auf der Basis des Peer-Feedbacks seinen eigenen Artikel verbessern konnte. Andererseits wurde kritisiert, dass die Feedbackbögen teilweise nur halb ausgefüllt oder nur mit Kreuzen oder Häkchen versehen wurden und eine Schülerin sprach an, dass für sie das Feedback ihrer Mitschüler\*innen nicht immer verständlich formuliert war. (s. Anhang [M](#) S.101f.)

Mehrere Schüler\*innen erwähnten, dass sie sich mehr Ergebnissicherungen im Plenum gewünscht hätten. Andere merkten an, dass für sie der zeitliche Verlauf der „EduChallenge PaN“ zu knapp konzipiert worden war. In diesem Zusammenhang gaben 33% der Schüler\*innen im Post-Test als Verbesserungsvorschlag an, entweder weniger Aufgaben oder mehr Zeit für die einzelnen Aufgaben einzuplanen. (s. Anhang [M](#) S.101f.)



## 5.2.6 Feedback der Lehrerinnen

Im Rahmen des Feedbacks betonte eine Lehrerin, dass für sie das Peer-Review-Verfahren das „Herzstück des Projekts“ und ein „Paradebeispiel“ für die Schlüsselkompetenzen im 21. Jahrhundert und Deep Learning gewesen sei (s. Anhang [M](#) S.103). Ihrer Ansicht nach sind mit diesem Verfahren die Möglichkeiten verbunden, wichtige Kompetenzen, wie das gegenseitige Korrigieren und das Schreiben eines wissenschaftlichen Artikels, zu erwerben. Außerdem stellt sie die Tatsache, dass die Schüler\*innen auch selbst in die Verantwortung genommen werden, positiv heraus. Die Gestaltung des Verfahrens fand sie zudem sehr anschaulich und motivierend. In diesem Zusammenhang erwähnt sie explizit die Abbildung zur Einreichung des Artikels auf der Informationsbasis. Insgesamt kann sie sich vorstellen, das Peer-Review-Verfahren auch im Zusammenhang mit einem anderen Thema in den Unterricht einzubauen. Es müsse jedoch immer einleitend erklärt werden, warum dieses Verfahren in der Wissenschaft eingesetzt wird.

Eine Lehrerin erwähnte explizit, dass sie die freie Arbeitsform in Kleingruppen gut fand, wobei beiden Lehrerinnen die Kombination aus Laborbuch und Informationsbasis sehr gefallen hat. Diese Kombination stellt für die eine Lehrerin eine sehr gut strukturierte Lernumgebung dar und die andere Lehrerin fand die Verknüpfung über die QR-Codes gelungen. Beide Lehrerinnen sind der Ansicht, dass mehr Plenumsphasen eingebaut werden müssen, in denen die Hausaufgaben besprochen und Inhalte im Plenum zwischengesichert werden. Außerdem umfasse die „EduChallenge PaN“ etwas zu viele Inhalte, weshalb an manchen Stellen eine didaktische Reduktion sinnvoll wäre (s. Anhang [M](#) S.103f.).

## 5.3 Diskussion der Ergebnisse

### 5.3.1 Summative Evaluation des zeitlichen Ablaufes

Im Folgenden wird der ersten Forschungsfrage der summativen Evaluation

*FF2.1. Verläuft die Intervention wie geplant?*

nachgegangen und dabei der im Vorhinein geplante Ablauf mit dem tatsächlichen Ablauf der Intervention verglichen.

Bei Betrachtung des zeitlichen Verlaufes der „EduChallenge PaN“ (s. Anhang [J](#)) wird deutlich, dass die Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren etwas anders durchgeführt wurde, als geplant. Die ersten Laborbuchaufgaben zum Peer-Review-Verfahren, welche eigentlich im Rahmen einer vorbereitenden Hausaufgabe bearbeitet werden sollten, wurden am Alexander-von-Humboldt-Gymnasium erst in der folgenden Einzelstunde zum Peer-Review-Verfahren bearbeitet, in der auch die wissenschaftlichen Artikel geschrieben wurden. Grund dafür war, dass die Schüler\*innen in der Hausaufgabe noch ihre eigenen Forschungsergebnisse zu Ende auswerten mussten. Somit haben sich die Schüler\*innen nicht in Ruhe zuhause auf das Schreiben des Artikels vorbereiten können.

Beim Humboldt-Gymnasium entsprach die Hausaufgabe zwar der Unterrichtsplanung, jedoch mussten die Schüler\*innen dafür in der Einzelstunde noch ihre Forschungsergebnisse auswerten. Folglich blieb den Schüler\*innen weniger Zeit für das Verfassen des Artikels im Unterricht. Da es sich dabei um eine kollaborative Gruppenarbeit handelt, wäre es vorteilhaft, wenn die Schüler\*innen für das Schreiben des Artikels so viel Unterrichtszeit wie möglich zur Verfügung stehen haben. Außerdem sollten die Schüler\*innen sich nicht erst kurz vorher über das Peer-Review-Verfahren und das Verfassen eines wissenschaftlichen Artikels informieren, sondern in Ruhe im Rahmen einer Hausaufgabe.

Darüber hinaus fand die Überarbeitung der Artikel nicht in derselben Unterrichtsstunde wie das Peer-Feedback statt (s. Anhang [J](#)). Der Änderung des geplanten Ablaufes lag die Vorverlegung des Post-Tests für den Fall einer Covid-19 bedingten Schulschließung zugrunde. Diese Änderung führte dazu, dass die Schüler\*innen Schwierigkeiten hatten, bei der Überarbeitung ihrer Artikel an das Feedback ihrer Mitschüler\*innen anzuknüpfen (s. Kapitel [5.2.4](#)). Es wäre folglich von Vorteil, wenn die Schüler\*innen direkt im Anschluss an die Feedbackphase mit der Überarbeitung ihres Artikels beginnen können.

Die Schüler\*innen benötigten für die Aufgaben auf der ersten Laborbuchseite zum Peer-Review-Verfahren mehr Zeit als eingeplant (s. Tabelle [I](#)). Da diese Aufgaben allerdings im Rahmen einer Hausaufgabe vorgesehen sind, muss lediglich die Zeitangabe im Laborbuch und nicht der zeitliche Verlauf der Unterrichtsstunde angepasst werden.

Die Aufgaben zum Thema „Feedback geben“ bearbeiteten die Schüler\*innen in der vorgesehenen Zeit. Ursprünglich waren für die Aufgaben zum Thema „Feedback bekommen“ und das Überarbeiten des Artikels 20 Minuten vorgesehen. Es stellte sich jedoch heraus, dass die Schüler\*innen bereits 25 Minuten für die Aufgaben zum „Feedback bekommen“ benötigten. Daher sollte für das Überarbeiten des Artikels ein eigenständiger Zeitraum eingeplant werden. Die Überarbeitung der Artikel fand parallel zu den Interviews mit den Schüler\*innen innerhalb von 30 Minuten statt. Da die Interviews durchschnittlich 10 bis 15 Minuten dauerten, sollten für die Überarbeitungsphase 20 Minuten eingeplant werden.

Ein Drittel der Schüler\*innen und auch die beiden Lehrerinnen merkten zudem an, dass für die Fülle an Inhalten in der „EduChallenge PaN“ zu wenig Zeit eingeplant worden war (s. Kapitel [5.2.5](#) und [5.2.6](#)). Dass die „EduChallenge PaN“ zeitlich entzerrt werden sollte, wird auch dadurch deutlich, dass manche Schüler\*innen die Beispiellösung abgeschrieben haben, um Zeit zu sparen (s. Kapitel [5.2.4](#)). Folglich sollten die Zeitplanung der „EduChallenge PaN“ und daher auch die der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren sowie die Zeitangaben im Laborbuch angepasst werden.

### 5.3.2 Summative Evaluation des inhaltlichen Ablaufes

Die Durchführung der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren wich nicht nur auf zeitlicher Ebene, sondern auch auf inhaltlicher Ebene vom vorgesehenen Ablauf ab.

So bearbeiteten bis zu 24% der Schüler\*innen die Laborbuchaufgaben zum Peer-Review-Verfahren nicht (s. Kapitel 5.2.2). Dies betraf primär die ersten vier Aufgaben, welche im Rahmen einer Hausaufgabe geplant waren. Für eine individuelle Sicherung ist daher eine gemeinsame Besprechung dieser Hausaufgabe im Plenum wichtig.

Entgegen der Unterrichtsplanung überlegten sich zudem die meisten Arbeitsgruppen keine Strategie für das Vorgehen beim Verfassen des eigenen wissenschaftlichen Artikels (s. Kapitel 5.2.4) und begannen stattdessen unstrukturiert mit dem Schreiben. Außerdem reichten drei Gruppen ihren Artikel nicht ein (s. Kapitel 5.2.4). Die Hinweise zur konzeptuellen Planung und zur Einreichung des Artikels sollten deshalb auf der Informationsbasis, im Laborbuch und im Unterricht stärker betont werden.

Dass die Idee des Feedbackbogens (s. Kapitel 3.4.1) sinnvoll ist, wird dadurch deutlich, dass dieser für einige Schüler\*innen eine wertvolle Orientierungshilfe für ihr Peer-Feedback darstellte (s. Kapitel 5.2.5). Jedoch wurden die Feedbackbögen nicht wie vorgesehen bearbeitet (s. Kapitel 5.2.3). Dass sich die meisten Schüler\*innen weder einzelne Aspekte für ihr Feedback aussuchten, noch ihre Rückmeldung in Form von Stichpunkten gaben, obwohl genau darauf in der Aufgabenstellung hingewiesen wurde, könnte damit zusammenhängen, dass die Schüler\*innen die Aufgabenstellung auf dem Feedbackbogen einfach übersehen haben (s. Anhang F). Das größtenteils oberflächliche Feedback der Schüler\*innen könnte demzufolge dadurch entstanden sein, dass sie versucht haben, in der kurzen Zeit, welche für die Rückmeldung eingeplant war, möglichst alle Aspekte des Feedbackbogens zu berücksichtigen. Andererseits lässt die Tatsache, dass 71% der Schüler\*innen ihr Feedback überwiegend in Form von Häkchen, Kreuzen und „Ja/Nein“-Antworten und daher oberflächlich formulierte, auch darauf schließen, dass zum Zeitpunkt des Peer-Feedbacks noch keine wertvolle Feedbackkultur etabliert worden war. Wäre dies der Fall gewesen, hätte auch den Schüler\*innen, welche die Aufgabenstellung nicht gelesen haben, klar sein müssen, dass es weniger darauf ankommt, zu möglichst vielen Punkten Feedback zu geben, sondern vor allem darauf, begründet und nachvollziehbar Kritik zu äußern. Da die Etablierung einer konstruktiven Feedbackkultur aber ihre Zeit braucht (s. Kapitel 4.2.5), kann dies nicht allein durch die Intervention erreicht werden. Zumindest wurden von 80% der Schüler\*innen genau die vier Aspekte im Laborbuch gesichert, anhand derer auf der Informationsbasis das Konzept einer wertvollen Feedbackkultur vorgestellt wurde (s. Kapitel 5.2.2). Jedoch haben mehr als die Hälfte der Schüler\*innen diese Aspekte bei der Sicherung nicht näher erläutert und wahrscheinlich daher deren Bedeutung auch nicht nachhaltig verinnerlicht. Es sollte deshalb untersucht

werden, ob diese Laborbuchaufgabe nicht dahingehend verbessert werden kann, dass die Schüler\*innen bei der Sicherung der Eigenschaften eines wertvollen Feedbacks einen stärkeren Bezug zu sich selbst und ihren Aufgaben als Peers herstellen (s. Kapitel 5.3.4). Es ist in diesem Zusammenhang wichtig, dass die Schüler\*innen verstehen, dass nur eine ehrliche, konstruktive und verständliche Kritik den Empfänger\*innen des Feedbacks dabei hilft, ihren Artikel zu verbessern und weiterzuentwickeln (s. Kapitel 3.3.3). Da die Formulierung eines solchen Feedbacks zeitaufwändig ist, sollte in der Aufgabenstellung auf dem Feedbackbogen stärker betont werden, dass die Schüler\*innen bei ihrer Rückmeldung nicht alle dort aufgeführten Aspekte berücksichtigen müssen (s. Kapitel 5.3.4).

Die Feedbackphase ist zudem deutlich vielschichtiger, denn es kommt nicht nur darauf an, dass man einen Weg findet, angebrachte Kritik zu erarbeiten, sondern auch darauf, diese so anzubringen, dass die andere Person daran anknüpfen kann und ihr diese Rückmeldung bei ihrer ganz persönlichen Verbesserung hilft. Schüler\*innen tun sich oft damit schwer, ihre Mitschüler\*innen zu kritisieren, da sie niemanden in ein schlechtes Licht rücken wollen. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit Schüler\*innen dazu geeignet sind, als Peers qualitativ wertvolles Feedback zu wissenschaftlichen Texten geben können und ob das Feedback von Lehrkräften eventuell wertvoller wäre. Auf der fachlichen Ebene könnte es einer Lehrkraft leichter fallen, Fehlvorstellungen der Schüler\*innen und fachlich nicht korrekte Thesen oder Formulierungen im Text zu identifizieren. Im Rahmen der Erprobung konnte aber auch gezeigt werden, dass einige Schüler\*innen in der Lage waren, ein Feedback zu geben, welches nach Aussagen der Empfänger\*innen für diese hilfreich war (s. Kapitel 4.4.3). Nicht zu vernachlässigen ist zudem, dass für die Schüler\*innen auch ihre eigenen Erfahrungen bei der Begutachtung anderer Texte für die Überarbeitung des eigenen wertvoll sind (s. Kapitel 3.4.1). So konnte bei ein paar Schüler\*innen beobachtet werden, dass sie bereits während des Peer-Feedbacks Verbesserungsvorschläge für ihre eigenen Artikel sammelten (s. Kapitel 5.2.4). Außerdem ist zu beachten, dass die Schüler\*innen zum ersten Mal ein Peer-Review-Verfahren im Unterricht durchgeführt haben, was für einige bestimmt auch eine Herausforderung darstellte. Die Erwartung, dass das Feedback der Schüler\*innen direkt perfekt ausfällt, ist daher unangemessen.

Zwar wurde das Ziel eines planungsgetreuen Ablaufes der Intervention (s. Kapitel 4.2.1) nicht erreicht, dennoch war die Erprobung der Unterrichtseinheit insofern erfolgreich, als dass gezeigt wurde, dass das Peer-Review-Verfahren als Methode in den Unterricht eingebaut werden und für die Schüler\*innen wertvoll sein kann. Dabei ist es für die Umsetzung von Vorteil, wenn an eine gewisse Feedbackkultur angeknüpft werden kann. Andernfalls müsste für deren Etablierung mehr Zeit eingeplant werden.

### 5.3.3 Summative Evaluation der Vorstellungen der Schüler\*innen

Um der zweiten Forschungsfrage der summativen Evaluation

*FF2.2. Inwieweit ändern sich die Vorstellungen der Schüler\*innen zu Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens durch die Intervention?*

nachzugehen, werden die im Pre-Test erhobenen Vorstellungen der Schüler\*innen zu Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens mit denen im Post-Test verglichen.

Dabei wird deutlich, dass vor der Intervention 71% der Schüler\*innen der Ablauf des Peer-Review-Verfahrens unbekannt war, wohingegen nach der Intervention nur ein Zehntel der Schüler\*innen den Ablauf nicht beschreiben konnte (s. Abb. 6). Folglich wurde durch die Intervention die Anzahl an Schüler\*innen reduziert, die keine Kenntnisse darüber hatten, wie das Peer-Review-Verfahren abläuft. Der einzige Aspekt des Verfahrens, welcher bereits im Pre-Test genannt wurde, war der des Rückmeldung Gebens, auf welchen knapp ein Fünftel der Schüler\*innen eingingen (s. Abb. 6).

Dass beim Peer-Review-Verfahren eine Rückmeldung gegeben wird, beschreiben im Post-Test 77% der Schüler\*innen (s. Abb. 6). Dies ist zudem der von den Schüler\*innen am häufigsten genannte Aspekt, was insofern besonders erfreulich ist, als dass dieser von zentraler Bedeutung für das gesamte Peer-Review-Verfahren ist. Jedoch bezeichneten nur vier Schüler\*innen diese Art der Rückmeldung vollständig korrekt als eine Rückmeldung von Peers oder Wissenschaftler\*innen aus demselben Fachgebiet (s. Abb. 7). Dies steht im Gegensatz dazu, dass dreimal so viele Schüler\*innen diese Formulierung genau so in ihrem Laborbuch gesichert haben (s. Abb. 10). Die Tatsache, dass trotz Sicherung nur wenige Schüler\*innen diesen Aspekt im Post-Test auch vollständig korrekt benannt haben, könnte daran liegen, dass aus der Fragestellung des Post-Tests nicht klar hervorging, dass man diesen Zusammenhang benennen sollte. Andererseits könnte es auch sein, dass die Sicherung dieses Zusammenhangs nicht ausreichend nachhaltig gewesen ist. Dies könnte wiederum daran liegen, dass manche Schüler\*innen die Beispiellösungen zu den Aufgaben im Laborbuch abgeschrieben haben (s. Kapitel 5.2.4). Ihnen fehlte also eine selbstständige Erarbeitung der Inhalte, welche einer nachhaltigen Sicherung idealerweise vorausgeht. Andererseits könnte hier aber auch ein Problem der Schüler\*innen mit der Art und Weise, wie die erarbeiteten Inhalte gesichert werden, vorliegen. Es sollte daher untersucht werden, ob diese Sicherung optimiert werden kann (s. Kapitel 5.3.4).

Bei der Beschreibung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens im Post-Test ist besonders auffällig, dass das Verfassen eines Artikels, das Geben einer Rückmeldung und das Überarbeiten des Artikels die drei meistgenannten Aspekte sind, wohingegen alle anderen zwar ebenfalls erwähnt, aber im Vergleich eher selten genannt wurden (s. Abb. 6). Dafür gibt es zwei mögliche Erklärungen: Auf der einen Seite haben die Schüler\*innen genau die Aspekte am häufigsten genannt, welche sich unmittelbar auf die drei arbeitsintensiv-

ten Aktivitäten im Rahmen des Peer-Review-Verfahrens der „EduChallenge PaN“ beziehen. Eher weniger wurden hingegen Verfahrensschritte genannt, an welchen die Schüler\*innen im Unterricht entweder nicht direkt aktiv beteiligt waren (Erhalten einer Rückmeldung, Prüfen der Überarbeitung und Veröffentlichen der Artikel), oder für welche sie im Vergleich nur einen sehr kurzen Zeitraum benötigt haben (Einreichen des Artikels und Geben einer Entscheidungsempfehlung).

Auf der anderen Seite kann es auch sein, dass nicht jede\*r Schüler\*in die Einteilung der Verfahrensschritte in gleicher Weise detailliert vorgenommen und daher auch nicht alle Aspekte genannt hat. So kann analog zu den Phasen der Unterrichtseinheit (s. Abb. 4, Phasen 2 bis 5) eine Gruppierung der in Abb. 6 aufgeführten Aspekte und damit eine gröbere Einteilung des Verfahrens in vier Schritte vorgenommen werden. Dabei bildet die Forschung den Ausgangspunkt für das *Verfassen des Artikels*, wobei am Ende dieses Schrittes der Artikel eingereicht wird. Im zweiten Schritt wird eine *Rückmeldung gegeben*, wobei im Rahmen dessen eine Entscheidungsempfehlung formuliert wird. Danach *überarbeiten* die Autor\*innen den Artikel auf der Basis der erhaltenen Rückmeldung, um diesen erneut einzureichen, wobei im vierten Schritt der Artikel nach einer Prüfung schließlich *veröffentlicht* wird. Die Tatsache, dass diese vier Schritte im Post-Test, die vier am häufigsten genannten Aspekte sind, könnte mit dem Vorliegen eines solchen Verständnisses des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens zusammenhängen.

Das Ziel der Intervention bestand darin, dass die Schüler\*innen bei der Beschreibung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens neben den Aspekten „Rückmeldung geben“ und „Artikel überarbeiten“ auch auf die Aspekte „Artikel einreichen“, „über Artikel entscheiden“ und „Artikel veröffentlichen“ eingehen.

Obwohl mehr als die Hälfte der Schüler\*innen im Laborbuch den Aspekt der Einreichung des Artikels gesichert (s. Abb. 9) und neun von zwölf Gruppen ihren eigenen Artikel eingereicht haben (s. Kapitel 5.2.4), wurde dieser Verfahrensschritt nur von 13% der Schüler\*innen im Post-Test genannt. Der Aspekt der Entscheidung über den Artikel wurde sogar nur von 7% der Schüler\*innen im Post-Test angeführt (s. Abb. 6) und das, obwohl die meisten Schüler\*innen im Zuge des Peer-Feedbacks selber eine Entscheidungsempfehlung getroffen haben (s. Kapitel 5.2.3). Dass das Einreichen und das Entscheiden über den Artikel im Post-Test eher selten genannt wurden, könnte neben den beiden oben genannten Erklärungen auch auf eine nicht nachhaltige Sicherung infolge des Abschreibens der Beispiellösung oder Probleme mit der Sicherungsform zurückzuführen sein. Hinzu kommt, dass der Aspekt der Entscheidungsempfehlung überhaupt nur von 14% der Schüler\*innen im Laborbuch gesichert wurde (s. Abb. 9). Auf die Veröffentlichung sind nur ein Fünftel der Schüler\*innen beim Post-Test eingegangen (s. Abb. 6), obwohl über die Hälfte von ihnen diesen Aspekt im Laborbuch gesichert hatten (s. Abb. 9). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Schüler\*innen an der Veröffentlichung der Artikel nur pas-



siv beteiligt und die Artikel zum Zeitpunkt des Post-Tests noch nicht veröffentlicht worden waren, weshalb den Schüler\*innen die konkrete Erfahrung dieses Verfahrensschrittes fehlte. Andererseits ist das Peer-Review-Verfahren im Publikationswesen auf die Veröffentlichung von Artikeln hin ausgerichtet, weshalb eigentlich mehr als einem Fünftel der Schüler\*innen die Relevanz dieses letzten Schrittes hätte bewusst sein müssen.

Die beiden Aspekte „Rückmeldung geben“ und „Artikel überarbeiten“ wurden zwar von einigen Schüler\*innen im Post-Test genannt, jedoch wurde das Ziel der Intervention, die Vorstellungen der Schüler\*innen über den Ablauf des Peer-Review-Verfahrens wie in Kapitel 4.2.1 beschrieben, zu erweitern, nicht vollständig erreicht. Denn die anderen relevanten Aspekte des Verfahrens „Artikel einreichen“, „über Artikel entscheiden“ und „Artikel veröffentlichen“ wurden nur selten erwähnt. Es stellt sich folglich die Frage, ob das Ziel, dass die Schüler\*innen bei der Beschreibung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens auf diese fünf Aspekte eingehen, hätte weniger anspruchsvoll angesetzt werden müssen. Eine weitere Reduzierung der Aspekte scheint jedoch nicht angemessen. Denn die Aspekte „Rückmeldung geben“, „Artikel überarbeiten“ und „Artikel veröffentlichen“ sind Kern-aspekte des Peer-Review-Verfahrens und die Einreichung des Artikels ist eine notwendige und zentrale Voraussetzung für das Durchlaufen des Peer-Feedbacks. Zudem ist der Aspekt, dass Wissenschaftler\*innen im Hinblick auf die Veröffentlichung der Artikel anderer Wissenschaftler\*innen eine Entscheidungsempfehlung formulieren, relevant für das Begreifen des Peer-Review-Verfahrens als Element der Selbststeuerung von Wissenschaft. Gerade weil die Artikeleinreichung, das Geben der Entscheidungsempfehlung und die Veröffentlichung Verfahrensschritte sind, an welchen die Schüler\*innen im Unterricht entweder nur passiv beteiligt sind oder für welche sie nur einen sehr kurzen Zeitraum benötigen, sollte insbesondere bei diesen Aspekten auf eine nachhaltige Sicherung Wert gelegt werden. Obwohl die Zielsetzung der Intervention in Bezug auf die Beschreibung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens nicht vollständig erreicht wurde, war die Erprobung der Unterrichtseinheit insofern erfolgreich, als dass die im Vorhinein nahezu nicht existente Vorstellung der Schüler\*innen zum Ablauf des Verfahrens durch die Intervention zumindest in die gewünschte Richtung entwickelt wurde (s. Abb. 6).

Ein weiteres Ziel bestand darin, die Vorstellungen der Schüler\*innen dahingehend zu erweitern, dass sie die Intentionen des Peer-Review-Verfahrens beschreiben können, indem sie die wissenschaftliche Qualitätssicherung und -kontrolle und darüber hinaus die Selbststeuerung der Wissenschaft sowie die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Ressourcenverteilung als Ziele dieses Verfahrens nennen. Dabei wird deutlich, dass vor der Intervention 71% der Schüler\*innen und danach nur ein Zehntel die Intention des Peer-Review-Verfahrens unbekannt war (s. Abb. 8). Bei der Betrachtung der Ergebnisse des Post-Tests fällt zudem auf, dass insbesondere die Aspekte am häufigsten genannt wurden, welche sich auf Aktivitäten der Schüler\*innen im Rahmen des Peer-Review-



Verfahrens beziehen: Das Ziel eine Rückmeldung zu bekommen, etwas zu verbessern sowie wissenschaftliche Qualität zu sichern und zu kontrollieren (s. Abb. 8).

Ein Drittel der Schüler\*innen ging im Post-Test auf die Funktion der Qualitätssicherung und -kontrolle des Peer-Review-Verfahrens ein (s. Abb. 8). Vor der Intervention war dies nur einem Zehntel der Schüler\*innen bekannt (s. Abb. 8). Da jedoch zwei Drittel der Schüler\*innen diese Intention in ihrem Laborbuch gesichert hatten (s. Abb. 11), scheint hierbei eine unzureichende Sicherung dieses Inhalts vorzuliegen.

Als weitere Intentionen des Peer-Review-Verfahrens sollten die Schüler\*innen auch die Selbststeuerung von Wissenschaft und die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Ressourcenverteilung nennen. Im Post-Test wurden diese beiden Aspekte jedoch nur von ein oder zwei Schüler\*innen erwähnt (s. Abb. 8), obwohl jeweils 31% der Schüler\*innen diese Aspekte in ihrem Laborbuch gesichert haben (s. Abb. 11). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese beiden Intentionen auch nur kurz auf der Informationsbasis erklärt wurden (s. Anhang B S.59).

Stattdessen ging nahezu ein Drittel der Schüler\*innen darauf ein, dass das Peer-Review-Verfahren in der Wissenschaft eingesetzt wird, um eine Rückmeldung zu bekommen oder um etwas zu verbessern (s. Abb. 8). Diese Antworten sind zwar richtig, da es sich um Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens im Publikationswesen handelt, jedoch sind dies nicht übergeordnete Intentionen des Peer-Review-Verfahrens in verschiedenen wissenschaftlichen Anwendungsbereichen. Da sich die Schüler\*innen in der „EduChallenge PaN“ jedoch hauptsächlich mit dem Peer-Review-Verfahren im Publikationswesen beschäftigt haben, war die Fokussierung auf diesen Anwendungsbereich in den Antworten der Schüler\*innen zu erwarten. Darüber hinaus handelt es sich bei den Aspekten der Selbststeuerung von Wissenschaft und der Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Ressourcenverteilung um eher abstrakte Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens. Daher stellt sich die Frage, ob es überhaupt angemessen ist, die Vermittlung dieser Aspekte auf der Grundlage des entworfenen Unterrichtskonzeptes zu erwarten. Um den Schüler\*innen diese beiden Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens zugänglicher zu machen, sollte hier eine didaktische Reduktion vorgenommen werden. Da sich die Schüler\*innen jedoch eingehend mit dem Aspekt der Qualitätssicherung und -kontrolle in der „EduChallenge PaN“ auseinandergesetzt haben, hätte ihnen diese Zielsetzung des Peer-Review-Verfahrens nach der Intervention auf jeden Fall bekannt sein müssen.

Das Ziel der Intervention, die Vorstellungen der Schüler\*innen über die Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens wie in Kapitel 4.2.1 beschrieben zu erweitern, wurde dementsprechend nicht erreicht. Anhand der erhobenen Daten wird jedoch deutlich, dass die im Vorhinein nahezu nicht existente Vorstellung der Schüler\*innen über die Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens durch die Intervention zumindest ansatzweise in die gewünschte Richtung entwickelt wurde (s. Abb. 8).

### 5.3.4 Verbesserungsvorschläge der formativen Evaluation

Im Rahmen der formativen Evaluation wird die Forschungsfrage

*FF3. Wie kann die Intervention weiterentwickelt werden?*

untersucht und dazu Verbesserungsvorschläge für die Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren und die zugehörigen Materialien diskutiert. An diese Vorschläge sollte bei zukünftigen Erprobungsphasen der „EduChallenge PaN“ angeknüpft werden.

Auf der Grundlage der Diskussion der Erhebungsergebnisse (s. Kapitel [5.3.1](#) und [5.3.2](#)) wurde ein Verbesserungsvorschlag für den zeitlichen Ablauf der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren ausgearbeitet. Dieser ist in Tabelle [2](#) dargestellt.

Unterrichtsphase	Inhalt	Zeitplanung	
		geplant	neu
Hausaufgabe	Aufgaben zum Peer-Review-Verfahren	15 min	25 min
Sicherung	gemeinsame Besprechung der Hausaufgabe	-	15 min
Reflexion	Rückbezug zur Forschungsfrage	15 min	-
Erarbeitung	Verfassen des Artikels	30 min	30 min
Hausaufgabe	Fertigstellung und Einreichung des Artikels	keine	keine
Einleitung	gemeinsame Besprechung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens im Unterricht	10 min	10 min
Vorbereitung	Austeilen der Artikel und Feedbackbögen	5 min	5 min
Peer-Feedback	Aufgaben zu „Feedback geben“	25 min	25 min
Vorbereitung	Austeilen der ausgefüllten Feedbackbögen	5 min	5 min
Auswertung	Aufgaben zu „Feedback bekommen“	20 min	25 min
Überarbeitung	Überarbeitung des Artikels		20 min
Überarbeitung und Einreichung	Fertigstellung der Überarbeitung und Einreichung des Artikels	Unter-richt	Haus-aufgabe

Tabelle 2: Auf der Grundlage der Erhebungsergebnisse wurde ein Verbesserungsvorschlag zum zeitlichen Ablauf der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren ausgearbeitet.

Anhand des Feedbacks der Schüler\*innen und Lehrerinnen (s. Kapitel [5.2.5](#) und [5.2.6](#)) wird deutlich, dass mehr Plenumsphasen erwünscht sind, um Hausaufgaben zu besprechen und Inhalte zu sichern. Daher sollte zu Beginn der Einzelstunde zum Peer-Review-Verfahren die vorbereitende Hausaufgabe im Plenum besprochen werden. Hierfür werden 15 Minuten eingeplant. Damit im Anschluss noch genug Zeit für das Verfassen des Artikels im Unterricht bleibt, sollte der „Rückbezug zur Forschungsfrage“ (s. Kapitel [4.2.4](#)) bereits in der vorherigen Stunde hergestellt werden. Für das Schreiben des wissenschaftlichen Artikels ist unter anderem die Verwendung einer externen Tastatur hilfreich (s. Kapi-

tel 5.2.4). Da während der Erprobung drei Gruppen ihren Artikel nicht eingereicht haben (s. Kapitel 5.2.4), sollte die Lehrkraft am Ende der Einzelstunde noch einmal betonen, dass die Artikel für das Peer-Review-Verfahren rechtzeitig eingereicht werden müssen. Dies ist insbesondere dann besonders wichtig, wenn die Lehrkraft die wissenschaftlichen Artikel als Arbeitsprodukte der Schüler\*innen am Ende der „EduChallenge PaN“ in ihre Benotung mit einfließen lässt.

Damit die Schüler\*innen besser verstehen, warum die Entscheidungsempfehlungen der Gutachter\*innen für die Herausgeber\*innen bedeutsam ist, sollte im Unterricht klarer formuliert werden, dass die Lehrkraft auf der Basis der Gutachten entscheidet, ob die Artikel vor der Veröffentlichung noch überarbeitet werden müssen und ob diese nach der Überarbeitung veröffentlicht werden.

Zur Verbesserung der Intervention sollten darüber hinaus auch Änderungen am *Laborbuch* vorgenommen werden. Da die Schüler\*innen mehr Zeit als vorgesehen für die erste Laborbuchseite zum Peer-Review-Verfahren benötigten, muss die diesbezügliche Zeitanzeige entsprechend auf „25 min“ geändert werden (s. Kapitel 5.3.1). Außerdem sollte die Aufgabenstellung der ersten Aufgabe (s. Anhang C S.67) wie folgt umformuliert werden:

*Erläutere die Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens als wissenschaftliche Praxis.*

Der Begriff „Intention“ wird hierbei durch den Begriff „Zielsetzungen“ ersetzt, um im Rahmen der „EduChallenge PaN“ einen einheitlichen Wortlaut zu verwenden.

Darüber hinaus sollte der Aufgabentyp der zweiten Aufgabe (s. Anhang C S.67) angepasst werden, da festgestellt wurde, dass die Sicherung der Inhalte dieser Aufgabe nicht nachhaltig war (s. Kapitel 5.3.3). Insgesamt haben 45% der Schüler\*innen den Ablauf des Peer-Review-Verfahrens mithilfe von Pfeilen, einer Nummerierung oder in Form von Stichpunkten gesichert (s. Kapitel 5.2.4), sodass dementsprechend die Aufgabenstellung wie folgt formuliert werden sollte:

*Erstelle hierunter ein Schaubild zum Ablauf des Peer-Review-Verfahrens im Publikationswesen. Verwende dazu die Begriffe aus dem unten abgebildeten Wortspeicher und nummeriere die einzelnen Schritte des Verfahrens.*

Hierfür eignet sich ein kastenförmiger Zeichenbereich. Der Wortspeicher sollte die Begriffe „Autor\*in(nen)“, „Peers“, „Herausgeber\*in(nen)“, „Artikel“, „verfassen“, „einreichen“, „Feedback geben“, „Gutachten“, „Entscheidungsempfehlung“, „Feedback bekommen“, „überarbeiten“, „erneut einreichen“, „prüfen“, „entscheiden“, „veröffentlichen“ und „Fachjournal“ enthalten.

Bei der Aufgabe zum wissenschaftlichen Artikel (s. Anhang C S.67) gab die Hälfte der Schüler\*innen die strukturellen Bestandteile eines wissenschaftlichen Artikels zusammen mit einer näheren Erläuterung an (s. Kapitel 5.2.2). Um dem Antwortbereich der Aufgabe

eine Struktur zu geben, sollte eine nummerierte Liste mit der Möglichkeit, die einzelnen Bestandteile näher zu erläutern, eingefügt werden.

Um die Schüler\*innen darauf hinzuweisen, dass sie sich vor dem Verfassen des Artikels eine Arbeitsteilung und Strategie überlegen sollen (s. Kapitel [5.3.2](#)), sollte die entsprechende Aufgabenstellung im Laborbuch (s. Anhang [C](#) S.68) umformuliert werden. Dabei kann auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dass bei einer Verwendung einer Cloud alle Mitglieder der Arbeitsgruppe gleichzeitig an dem Artikel schreiben können.

Eine mögliche Formulierung der Aufgabenstellung wäre:

*Nun seid ihr dran!*

*Verfasst gemeinsam als Gruppe einen wissenschaftlichen Artikel.*

- *Überlegt euch vor dem Schreiben stichpunktartig oder in Form einer Mind-map eine inhaltliche Struktur für euren Artikel.*
- *Orientiert euch inhaltlich an den Vorgaben zum Thema „Wie schreiben wir einen wissenschaftlichen Artikel?“ auf der Informationsbasis.*
- *Nehmt in eurem Artikel ebenfalls Bezug auf eure Überlegungen zum „Rückbezug zur Forschungsfrage“.*
- *Da nur eine Person gleichzeitig auf einem Tablet schreiben kann, solltet ihr euch in der Gruppe eine sinnvolle Arbeitsteilung überlegen. Beispielsweise könnt ihr eine Cloud verwenden und auf diese Weise alle gleichzeitig an dem Artikel schreiben. Es ist jedoch wichtig, dass ihr euch hierbei ebenfalls eine sinnvolle Strategie für eurer Vorgehen überlegt.*

Die Artikeleinreichung sollte als separate Aufgabenstellung formuliert werden, um die Relevanz dieses Schrittes für das Peer-Review-Verfahren zu betonen (s. Kapitel [5.3.2](#)).

Damit sich die Schüler\*innen vor dem Peer-Review darüber bewusst werden, dass nur ein begründetes und verständliches Feedback für die Empfänger\*innen hilfreich ist, sollte die Aufgabe zur Feedbackkultur (s. Anhang [C](#) S.69) wie folgt formuliert werden:

*Erkläre, wie du dein Feedback gestalten solltest, damit es für die Autor\*innen des Artikels wertvoll und hilfreich ist.*

Da die Schüler\*innen für die Laborbuchaufgaben zu dem Thema „Feedback bekommen“ mehr Zeit als vorgesehen benötigt haben (s. Kapitel [5.3.1](#)), muss die diesbezügliche Zeitangabe entsprechend auf „25 min“ geändert werden. Außerdem sollte die Aufgabenstellung zur Überarbeitung des Artikels auf die nächste Laborbuchseite verschoben werden und eine eigene Zeitangabe „20 min“ erhalten. Des Weiteren war im Laborbuch kein Platz zum Einkleben der erhaltenen Feedbackbögen vorhanden (s. Kapitel [5.2.4](#)), so dass hierfür eine eigene Seite eingeplant werden sollte. Für eine digitale Variante des Laborbuches sollten zudem grundsätzlich die QR-Codes durch Hyperlinks ersetzt werden.

Um den Wortlaut zu vereinheitlichen, sollte auch auf der *Informationsbasis* der Begriff „Intention“ durch den Begriff „Zielsetzungen“ ersetzt werden. Außerdem sollte im Schaubild zum Peer-Review-Verfahren (s. Anhang **B** S.62) der Vollständigkeit halber auf die Entscheidungsempfehlung der Gutachter\*innen für die Herausgeber\*innen hingewiesen werden.

Weiterhin sollte ebenfalls der *Feedbackbogen* überarbeitet werden. Eine Verbesserung der Aufgabenstellung wäre insofern sinnvoll, da sich viele Schüler\*innen nicht an die ursprüngliche Aufgabenstellung gehalten haben (s. Kapitel **5.3.2**).

Diese könnte lauten:

*Suche dir ein paar der folgenden Aspekte aus, gib dazu stichpunktartig Feedback und kreuze am Ende eine Entscheidungsempfehlung für den Artikel an.*

Abschließend sollte der Übersicht halber die Auswahl der beiden Entscheidungsempfehlungen auch als „Entscheidungsempfehlung“ betitelt werden. Um den Begriff „Gutachten“ des Peer-Review-Verfahrens stärker im Wortschatz der Schüler\*innen zu etablieren, sollte der Feedbackbogen außerdem in „Gutachten“ umbenannt werden.

Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Frage, ob neben dem Peer-Feedback der Schüler\*innen eventuell ein zusätzliches Feedback der Lehrkräfte wertvoll und angebracht wäre. Darüber hinaus sollte untersucht werden, mit welchen weiteren Möglichkeiten im Rahmen der „EduChallenge PaN“ eine konstruktive Feedbackkultur unter den Schüler\*innen entwickelt werden kann.

## 6 Abschlussreflexion

Das Design-Based Research Projekt „EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften“ wird von der Physikdidaktik der Universität Bonn als innovativer unterrichtsmethodischer Ansatz entwickelt, um für Lehrkräfte konkrete Möglichkeiten zur Förderung der Kompetenzen zu naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Physikunterricht zu schaffen. In der ersten Erprobungsphase wurde dazu im Rahmen dieser Masterarbeit eine Unterrichtseinheit und zugehörige Materialien zum Peer-Review-Verfahren entwickelt, erprobt und evaluiert.

Im schulischen Kontext wird Peer-Feedback bereits als Methode eingesetzt, bei der sich die Schüler\*innen gegenseitig Rückmeldungen zu ihren Arbeitsprodukten geben. Der in dieser Arbeit konzipierte innovative Unterrichtsansatz stellt darüber hinaus einen Bezug zum Peer-Review-Verfahren als wissenschaftliche Praxis her. Dabei verfassen die Schüler\*innen in Arbeitsgruppen eigene wissenschaftliche Artikel über ihre Forschungsprojekte und geben sich dazu gegenseitig Peer-Feedback.

Zwar wurde das Ziel, die Vorstellungen der Schüler\*innen zu Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens zu erweitern, nicht vollständig erreicht, dennoch konnte die im Vorhinein dazu nahezu nicht existente Vorstellung der Schüler\*innen durch die Intervention zumindest in die gewünschte Richtung entwickelt werden. Außerdem war die Erprobung insofern erfolgreich, als dass gezeigt wurde, dass das Peer-Review-Verfahren als Methode sinnvoll in den Physikunterricht eingebaut werden und für die Schüler\*innen wertvoll sein kann. In diesem Zusammenhang konnte bestätigt werden, dass das Konzept eines Feedbackbogens als Orientierungshilfe für das Peer-Feedback sinnvoll ist. Für ein wertvolles Feedback müssen die Schüler\*innen jedoch auch verinnerlicht haben, dass nur eine ehrliche, konstruktive und verständliche Kritik den Empfänger\*innen des Feedbacks dabei hilft, ihren Artikel zu verbessern. Deshalb ist es für eine erfolgreiche Umsetzung der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren von Vorteil, wenn an eine gewisse Feedbackkultur angeknüpft werden kann.

Auf der Grundlage der Erhebungsergebnisse konnten abschließend Verbesserungsvorschläge für den Ablauf der Unterrichtseinheit und die zugehörigen Materialien erarbeitet werden. Damit leistet diese Arbeit einen Beitrag zur Entwicklung eines Lernarrangements, das Schüler\*innen durch die selbsttätige Einführung in das Peer-Review-Verfahren als zentrales Element wissenschaftlicher Qualitätssicherung hilft, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen besser zu verstehen und Informationen zu wissenschaftlichen Erkenntnissen besser bewerten zu können.

## Literatur

- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542. Zugriff unter <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Anker-Hansen, J. & Andrée, M. (2019). Using and rejecting peer feedback in the science classroom: a study of students' negotiations on how to use peer feedback when designing experiments. *Science and technological education*, 37, 346–365. Zugriff unter <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1557628>
- Biagioli, M. (2002). From Book Censorship to Academic Peer Review. *Emergences: Journal for the Study of Media Composite Cultures*, 12, 11–45. Zugriff unter <https://doi.org/10.1080/1045722022000003435>
- US-Botschaft. (2022). Fakt vs. Fiktion: russische Desinformation über die Ukraine. Zugriff 12. März 2022 unter <https://de.usembassy.gov/de/fakt-vs-fiktion-russische-desinformation-ueber-die-ukraine/>
- BPG. (2015). Peer review / externe Qualitätskontrolle. Zugriff 13. Dezember 2021 unter <https://www.bpg-muenster.de/leistungen/wirtschaftspruefung/peer-review-externe-qualitaetskontrolle>
- Brinken, H. (2020). Finanzierung von Open-Access-Artikeln. Zugriff 9. Januar 2022 unter <https://doi.org/10.5446/49536>
- Cho, Y. & Cho, K. (2011). Peer reviewers learn from giving comments. *Instructional Science*, 39, 629–643. Zugriff unter <https://link.springer.com/article/10.1007/s11251-010-9146-1>
- Chop, I. & Eberlein-Gonska, M. (2012). Übersichtsartikel zum Peer Review Verfahren und seine Einordnung in der Medizin. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 106, 547–552. Zugriff unter <https://doi.org/10.1016/j.zefq.2012.08.017>
- DPA. (2021). Studie über Impfungen wegen Fehlinterpretationen zurückgezogen. Zugriff 13. Dezember 2021 unter <https://dpa-factchecking.com/switzerland/210702-99-238452/>
- DPG. (2021). DPG-Positionspapier zur Zukunft des wissenschaftlichen Publikationswesens. Zugriff 9. Januar 2022 unter <https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/publikationen/stellungnahmen-der-dpg/wissenschaftssystem/dpg-positionspapier-zur-zukunft-des-wissenschaftlichen-publikationswesens>
- Eberwein, T. (2014). Wie schreibt man ‚wissenschaftlich‘? Zugriff 15. Januar 2022 unter [https://tu-dresden.de/gsw/phil/ifk/ressourcen/dateien/stu/hinweise/wiss\\_schreiben?lang=de](https://tu-dresden.de/gsw/phil/ifk/ressourcen/dateien/stu/hinweise/wiss_schreiben?lang=de)
- EC, D.-G. f. R. & Innovation. (2016). *Open innovation, open science, open to the world: A vision for Europe*. doi:[doi:10.2777/552370](https://doi.org/10.2777/552370)



- Euler, D. & Sloane, P. (2014). Design-Based Research. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 27.
- Fröhlich, G. (2002). Anonyme Kritik: Peer Review auf dem Prüfstand der Wissenschaftsforschung. In *Drehscheibe E-Mitteuropa : Information: Produzenten, Vermittler, Nutzer. Die gemeinsame Zukunft* (S. 129–146). Wien: Phoibos Verlag. Zugriff unter <http://eprints.rcdis.org/8844/1/AnonymeKritikPeerReview.pdf>
- Gieske-Roland, M., Buhren, C. & Rolff, H. (2014). *Kooperation und Kollaboration: Unterrichtsentwicklung durch gegenseitige Schulbesuche*. Weinheim: Beltz.
- Hesselmann, F., Schendzielorz, C. & Krüger, A. (2021). Sichtbarkeitskonstellationen im Journal Peer Review – Konsequenzen von In/Transparenz in wissenschaftlichen Bewertungsverfahren. In *Bewertungskulturen - Soziologie des Wertens und Bewertens* (S. 71–92). Wiesbaden: Springer VS. Zugriff unter [https://doi.org/10.1007/978-3-658-33409-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-33409-3_4)
- Heysel, J. & Bertoldi, F. (2021). Expliziter Unterricht zu naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung: 'Perspektiven auf Naturwissenschaften' als Brücke zur Schulpraxis. *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik*. Zugriff unter [https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021\\_681\\_Heysel.pdf](https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021_681_Heysel.pdf)
- Heysel, J., Hildebrand, T. & Blum, U. (2022). Lehramtsstudium Physik: Herausforderungen und Perspektiven zur Gestaltung von Studiengang und Schule. *Festschrift des Bonner Zentrums für Lehrerbildung*.
- Hirschauer, S. (2004). Peer Review Verfahren auf dem Prüfstand: Zum Soziologiedefizit der Wissenschaftsevaluation. *Zeitschrift für Soziologie*, 33, 62–83. Zugriff unter <https://doi.org/10.1515/zfsoz-2004-0104>
- Hoenig, B. (2020). Matthäus-Effekt. In *Meilensteine der Soziologie*. Frankfurt und New York: Campus. Zugriff unter <https://uni-graz.academia.edu/BarbaraHoenig>
- Huisman, B., Saab, N., van den Broek, P. & van Driel, J. (2019). The impact of formative peer feedback on higher education students' academic writing: a Meta-Analysis. *Assessment and evaluation in higher education*, 44, 863–880. Zugriff unter <https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1545896>
- KMK. (2004). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. München und Neuwied: Wolters Kluwer.
- KMK. (2020). Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife. Zugriff 12. März 2022 unter [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2020/2020\\_06\\_18-BildungsstandardsAHR\\_Physik.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Physik.pdf)
- Koch, T. & Geiß, S. (2019). Wie zuverlässig ist das Peer-Review-Verfahren? Eine Untersuchung der Interrater-Reliabilität von Gutachter\*innen auf DGpuK-Tagungen. *Studies in Communication and Media*, 8, 203–235. Zugriff unter <https://doi.org/10.5771/2192-4007-2019-2-203>

- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). Weinheim: BELTZ.
- Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Landesinitiative Open Access NRW. (2019). Auf dem Weg zu einer landesweiten Servicestruktur für Open Access. Zugriff 9. Januar 2022 unter <https://openaccess.nrw/>
- Mulligan, A., Hall, L. & Raphael, E. (2012). Peer review in a changing world: An international study measuring the attitudes of researchers. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64, 132–161. Zugriff unter <https://doi.org/10.1002/asi.22798>
- Munz, V. (2022). Die soziologische Perspektive auf die Natur der Naturwissenschaften - der Schulgarten als Analogie zu dem System Wissenschaft (Masterarbeit, Universität Bonn).
- NASA. (2022). astrophysics data system. Zugriff 19. März 2022 unter <https://ui.adsabs.harvard.edu/>
- National Academy of Sciences. (2021). Decadal Survey on Astronomy and Astrophysics 2020 (Astro2020). Zugriff 13. Dezember 2021 unter <https://www.nationalacademies.org/our-work/decadal-survey-on-astronomy-and-astrophysics-2020-astro2020>
- Nature. (2022). Editorial criteria and processes. Zugriff 13. Dezember 2021 unter <https://www.nature.com/nature/for-authors/editorial-criteria-and-processes>
- Nature Astronomy. (2020). Peer review under review. *Nature Astronomy*, 4, 633. Zugriff unter <https://doi.org/10.1038/s41550-020-1163-7>
- Neidhardt, F. (2016). Selbststeuerung der Wissenschaft durch Peer-Review-Verfahren. In *Handbuch Wissenschaftspolitik* (S. 261–277). Wiesbaden: Springer VS. Zugriff unter [https://doi.org/10.1007/978-3-658-05455-7\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-658-05455-7_22)
- Popper, K. (1935). *Logik der Forschung: Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaften*. Wien: Springer.
- Rätz, J. (2022). Modellierung und Simulation als naturwissenschaftliche Arbeitsweisen der Erkenntnisgewinnung im Unterricht (Masterarbeit, Universität Bonn).
- Reinhart, M. (2012). *Soziologie und Epistemologie des Peer Review*. Baden-Baden: Nomos. Zugriff unter [doi.org/10.5771/9783845239415](https://doi.org/10.5771/9783845239415)
- Rödel, B. (2020). *Peer Review: Entstehung - Verfahren - Kritik*. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung. Zugriff unter <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/10827>
- Sagebiel, F. (2015). Peer Review-Verfahren. Legitimation oder ein geschlechtergerechtes Verfahren zur transparenten Qualitätssicherung? *Journal für Wissenschaft und Bildung*, 24, 143–157. Zugriff unter <https://doi.org/10.25656/01:16223>
- Samjeske, K. (2012). Gender Bias in der Forschungsförderung - ein Forschungsüberblick. *Femina Politica - Zeitschrift für feministische Politikwissenschaft*, 21, 158–162. Zugriff unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-341166>

- Science. (2022). Information for authors. Zugriff 13. Dezember 2021 unter <https://www.science.org/content/page/science-information-authors>
- Sliwka, A. (2018). *Pädagogik der Jugendphase* (1. Aufl.). Weinheim und Basel: Beltz.
- Strack, J. (2018). *Peer Review für wissenschaftliche Fachjournale: Strukturierung eines informativen Reviews*. Wiesbaden: Springer. Zugriff unter <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-19837-4>
- Swan, A. (2010). *The Open Access Citation Advantage: Studies and Results to Date*. Zugriff unter <https://eprints.soton.ac.uk/268516/>
- TU Dresden. (2016). *Konstruktives Feedback: Textfeedback einholen und geben*. Zugriff 15. Januar 2022 unter [https://tu-dresden.de/karriere/weiterbildung/ressourcen/dateien/schreibzentrum/handouts/ueberarbeiten-und-feedback-einholen/10\\_Konstruktives-Feedback-geben-und-nehmen.pdf?lang=de](https://tu-dresden.de/karriere/weiterbildung/ressourcen/dateien/schreibzentrum/handouts/ueberarbeiten-und-feedback-einholen/10_Konstruktives-Feedback-geben-und-nehmen.pdf?lang=de)
- Universität Bonn. (2017). *Corporate Design*. Zugriff 16. Februar 2022 unter <https://www.uni-bonn.de/de/universitaet/presse-kommunikation/corporate-design>
- Universität Bonn. (2018). *Änderungsordnung und zugleich Neubekanntmachung der Ordnung für die Besetzung von Professuren an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn (Berufungsordnung)*. Zugriff 13. Dezember 2021 unter <https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/bitstream/handle/20.500.11811/1271/Amtl.%20Bek.%201844.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wilhelm, T. & Hopf, M. (2014). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin und Heidelberg: Springer.
- Woeste, A. (2021). Logo der EduChallenge PaN. eigene Zeichnung.
- World Economic Forum. (2015). *New Vision for Education*. Zugriff unter [http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA\\_NewVisionforEducation\\_Report2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf)

## Abbildungsverzeichnis

1	Logo der „EduChallenge PaN“, (Woeste, 2021)	3
2	Ablauf des Publikationsprozesses, eigene Abbildung	13
3	Die fünf Teilabschnitte der „EduChallenge PaN“, eigene Abbildung	19
4	Phasen der Einheit zum Peer-Review-Verfahren, eigene Abbildung	21
5	Kategoriensystem der qualitativen Inhaltsanalyse, eigene Abbildung	31
6	Qualitative Inhaltsanalyse des ersten Items, eigene Abbildung	33
7	Auswertung der Kategorie „Rückmeldung geben“, eigene Abbildung	33
8	Qualitative Inhaltsanalyse des zweiten Items, eigene Abbildung	34
9	Sicherung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens, eigene Abbildung	35
10	Sicherung der Kategorie „Rückmeldung geben“, eigene Abbildung	35
11	Sicherung der Ziele des Peer-Review-Verfahrens, eigene Abbildung	35

## Tabellenverzeichnis

1	Vergleich zwischen geplantem und tatsächlichem Zeitaufwand	36
2	Verbesserungsvorschlag zum zeitlichen Ablauf	46

# Anhang

## **A   Verlaufsplan der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren**

## Tabellarischer Verlaufsplan der Unterrichtseinheit zum Peer-Review-Verfahren

Klasse: EF

Fach: Physik

Zeitraumen: Hausaufgabe + 45min-Stunde + 90min-Stunde

Thema	Das Peer-Review-Verfahren				
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Schüler*innen können den Ablauf des Peer-Review-Verfahrens im Publikationswesen beschreiben, indem sie dabei darauf eingehen, dass               <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Wissenschaftler*innen den von ihnen verfassten Artikel einreichen,</li> <li>- Wissenschaftler*innen aus demselben Fachbereich dazu eine Rückmeldung geben,</li> <li>- darüber entschieden wird, ob dieser Artikel veröffentlicht werden kann, überarbeitet werden muss oder abzulehnen ist,</li> <li>- die Autor*innen den Artikel anhand der Rückmeldung überarbeiten,</li> <li>- der Artikel je nach Entscheidung veröffentlicht wird.</li> </ul> </li> <li>- Die Schüler*innen können die Intention des Peer-Review-Verfahrens beschreiben, indem sie die wissenschaftliche Qualitätsprüfung und darüber hinaus die Selbststeuerung der Wissenschaft sowie die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Ressourcenverteilung als Zielsetzungen dieses Verfahrens nennen.</li> <li>- Die Schüler*innen können selbstständig in kollaborativer Gruppenarbeit einen wissenschaftlichen Artikel zu ihrem Forschungsprojekt schreiben und diesen anhand des Feedbacks überarbeiten.</li> <li>- Die Schüler*innen können anderen Arbeitsgruppen ein Feedback zu deren wissenschaftlichen Artikeln geben, indem sie dazu den Feedbackbogen stichpunktartig ausfüllen.</li> </ul>				
Phase	Ziel	Inhalte	SF	Medien	Kommentar
ERARBEITUNG I UND SICHERUNG (HAUSAUFGABE)	Die Schüler*innen können den Ablauf des Peer-Review-Verfahrens im Publikationswesen und dessen Intention beschreiben. Die Schüler*innen können die strukturellen Bestandteile eines wissenschaftlichen Artikels sowie die wichtigsten Punkte nennen, die beim Schreiben eines solchen Artikels zu beachten sind.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS bearbeiten auf der S.12 im LB die Aufgaben (1) bis (4) und erarbeiten sich dazu auf der Informationsbasis die Inhalte zum Peer-Review-Verfahren und zum Verfassen eines wissenschaftlichen Artikels</li> </ul>	EA	Tablet/ Smartphone/ Laptop, LB, IB	Sicherung des Lernzuwachses
EINSTIEG (EINZELSTUNDE)	Die Schüler*innen können das Verfassen eines wissenschaftlichen Artikels als Stundenziel benennen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L stellt klar, dass das Verfassen des Artikels das Stundenziel ist</li> <li>- L gibt einen Überblick darüber, welche Abschnitte im LB als Grundlage für das Verfassen des Artikels erarbeitet werden sollten (S.10 „Auswertung“, S.11 „Rückbezug zur Forschungsfrage“) und stellt auch einen Bezug zu der Hausaufgabe her</li> </ul>	LV	Tafel	Klarheit des Stundenziels
ERARBEITUNG II UND SICHERUNG (EINZELSTUNDE)	Die Schüler*innen können einen Rückbezug zur Forschungsfrage herstellen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS kontrollieren ihre Hausaufgaben selbstständig anhand der Beispiellösung, die vorne auf dem Pult liegt</li> <li>- SuS bearbeiten auf der S.11 im LB die Aufgaben (12) bis (14) zum „Rückbezug zur Forschungsfrage“</li> </ul>	GA	LB, Beispiellösung	Reflexion der eigenen Forschung
ERARBEITUNG III UND SICHERUNG (EINZELSTUNDE + HAUSAUFGABE)	Die Schüler*innen können einen wissenschaftlichen Artikel zu ihrem Forschungsprojekt schreiben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS bearbeiten auf der S.13 im LB die Aufgabe (5), wobei sie in kollaborativer Gruppenarbeit auf dem Tablet einen Artikel verfassen, indem sie sich dabei an den Ergebnissen der Seiten 10, 11 und 12 im LB orientieren („Auswertung“, „Rückbezug zur Forschungsfrage“, „Einen wissenschaftlichen Artikel schreiben“)</li> <li>- SuS reichen den Artikel via Mail digital ein und kleben ihren ausgedruckten Artikel auf der S.13 im LB ein</li> </ul>	GA	Tablet, LB, IB	Aktivierung des bereits Gelernten, Artikel verfassen

**Abkürzungen:** Schüler\*innen (SuS), Lehrer\*in (L), Lehrer\*innenvortrag (LV), Einzelarbeit (EA), Gruppenarbeit (GA), Laborbuch (LB) Informationsbasis (IB), Feedbackbogen (FB)



Phase	Ziel	Inhalte	SF	Medien	Kommentar
EINSTIEG (DOPPELSTUNDE)	Die Schüler*innen können die Überarbeitung ihres wissenschaftlichen Artikels anhand des Feedbacks der anderen SuS als Stundenziel benennen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L stellt klar, dass die Durchführung des Peer-Reviews und die Überarbeitung des Artikels die Stundenziele sind</li> <li>- L erläutert dazu, dass jeder der SuS dazu einen Artikel einer anderen Arbeitsgruppe zugeteilt bekommt, zu diesem anhand eines FB eine Rückmeldung geben soll und danach jede Gruppe auf der Basis der Rückmeldungen der andern SuS ihren Artikel überarbeiten soll</li> </ul>	LV	keine	Klarheit der Stundenziele
ERARBEITUNG IV UND SICHERUNG (DOPPELSTUNDE)	Die Schüler*innen können die Eigenschaften einer wertvollen Feedbackkultur benennen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS bearbeiten auf der S.13 im LB die Aufgabe (1) zum Thema „Feedback geben“ und erarbeiten sich dazu auf der Informationsbasis die Inhalte zu einer wertvollen Feedbackkultur</li> <li>- SuS kontrollieren selbstständig ihre Ergebnisse anhand der Beispiellösung, die vorne auf dem Pult liegt</li> </ul>	GA	Tablet, LB, IB	Sicherung des Lernzuwachses
ERARBEITUNG V (DOPPELSTUNDE)	Die Schüler*innen können anderen Arbeitsgruppen anhand des Feedbackbogens ein Feedback zu deren wissenschaftlichen Artikeln geben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L teilt SuS jeweils einen Artikel einer anderen Arbeitsgruppe zu</li> <li>- SuS bearbeiten auf der S.14 im LB die Aufgabe (2) zum Thema „Feedback geben“, wobei sie sich den ihnen zugewiesenen Artikel durchlesen und anhand des FB ein Feedback dazu geben (Double-Blind-Verfahren)</li> <li>- SuS geben den FB zusammen mit dem ihnen zugewiesenen Artikel vorne am Pult ab, indem sie ihren FB anhand der Farbkodierung auf den richtigen Abgabestapel legen</li> </ul>	EA	LB, FB	Aktivierung des bereits Gelernten, Feedback geben
ERARBEITUNG VI UND SICHERUNG (DOPPELSTUNDE)	Die Schüler*innen können ihren Artikel anhand des Feedbacks überarbeiten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L teilt jeder Arbeitsgruppe die FB zu ihrem Artikel aus und gibt ggf. selber Rückmeldungen zu den Artikeln</li> <li>- SuS bearbeiten auf der S.13 im LB die Aufgaben (3) bis (4) zum Thema „Feedback bekommen“ im Laborbuch, wobei sie sich gemeinsam als Arbeitsgruppe das Feedback der anderen SuS zu ihrem Artikel durchlesen, darüber diskutieren und die Aspekte notieren, die sie für sich aus dem Feedback als positiv mitnehmen und die sie als Gruppe noch verbessern wollen</li> <li>- SuS bearbeiten auf der S.13 im LB die Aufgabe (5), wobei sie den Artikel gemeinsam als Gruppe überarbeiten</li> <li>- SuS reichen den überarbeiteten Artikel via Mail digital ein und kleben ihren ausgedruckten Artikel auf der S.15 im LB ein</li> </ul>	GA	Tablet, LB	Feedback bekommen, Artikel überarbeiten

**Abkürzungen:** Schüler\*innen (SuS), Lehrer\*in (L), Lehrer\*innenvortrag (LV), Einzelarbeit (EA), Gruppenarbeit (GA), Laborbuch (LB) Informationsbasis (IB), Feedbackbogen (FB)

## **B Seiten der Informationsbasis zum Peer-Review-Verfahren**

# Das Peer-Review-Verfahren

*Wie kann die Qualität wissenschaftlicher Arbeiten gesichert werden? Welche wissenschaftlichen Artikel werden in einer wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht? Welche Arbeitsgruppe bekommt die finanziellen Mittel für ihr Forschungsprojekt? Welche Person ist am besten für eine Stelle als Universitätsprofessor\*in geeignet?*

Um für die Beantwortung dieser Fragen eine **Entscheidungsgrundlage** zu schaffen, hat sich das **Peer-Review-Verfahren** als wissenschaftliche Praxis etabliert. Es spielt unter anderem bei der Verteilung von Forschungsgeldern, der Berufung von Universitätsprofessor\*innen und der Veröffentlichung von wissenschaftlichen Artikeln eine wichtige Rolle. Sowohl die Qualität von Forschungsanträgen und Artikeln als auch die Qualifikationen von Bewerber\*innen für Professor\*innenstellen wird durch sogenannte „**Peers**“ eingeschätzt und bewertet. Bei diesen „Peers“ handelt es sich um Wissenschaftler\*innen des entsprechenden Fachgebiets, die die Rolle von unabhängigen Gutachter\*innen übernehmen. Ziel des Peer-Review-Verfahrens ist also die **Qualitätssicherung und -kontrolle**.

„Peer“ (lateinisch „par“) bedeutet „gleich“ bzw. „gleichgestellt“

„Review“ (lateinisch „revidere“) bedeutet, sich etwas nochmal anzuschauen und im weitesten Sinne etwas zu begutachten

Dadurch, dass das Verfahren auf der Überprüfung durch wissenschaftliche „Peers“ und nicht durch staatliche Gremien basiert, findet hier die Steuerung von Wissenschaft innerhalb des wissenschaftlichen Systems statt. Das Peer-Review-Verfahren ist daher ein Element der **Selbststeuerung von Wissenschaft**.

*Zusammenfassung:* Das Peer-Review-Verfahren ist ein Verfahren der wissenschaftlichen Praxis zur Begutachtung von wissenschaftlichen Leistungen und Akteuren.

Zielsetzung/Intention dieses Verfahrens ist, dass wissenschaftliche Qualität gesichert und kontrolliert wird und dass Wissenschaft sich bei diesem Verfahren selbst steuert. Außerdem soll durch dieses Verfahren eine Entscheidungsgrundlage z.B. für die Verteilung von Forschungsgeldern, die Berufung von Universitätsprofessor\*innen und die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Artikeln geschaffen werden.

Macht euch an dieser Stelle im Laborbuch (S.12, Aufgabe 1) Notizen zur Intention des Peer-Review-Verfahrens 😊

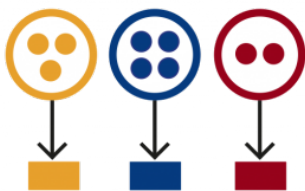
# Das Peer-Review-Verfahren im wissenschaftlichen Publikationsprozess

Wissenschaftler\*innen veröffentlichen ihre Forschungsergebnisse in Fachzeitschriften, um Anerkennung für ihre Arbeit zu bekommen und ihre neuen Erkenntnisse der wissenschaftlichen Gemeinschaft zu präsentieren. Auf diese Weise erhalten andere Forscher\*innen Zugriff auf dieses Wissen und können basierend darauf neue Forschungsideen entwickeln. Publikationen sind für Forscher\*innen insofern wichtig, da wissenschaftlicher Erfolg unter anderem an der Anzahl und Qualität der Veröffentlichungen gemessen wird.

Wenn Forscher\*innen ihre Arbeiten bei einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift zur Veröffentlichung einreichen, wird die Qualität ihrer Beiträge zuerst im Rahmen des **Peer-Review-Verfahrens** überprüft:

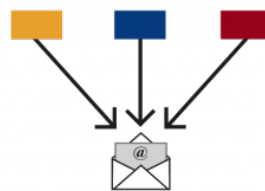
## 1) Artikel verfassen

(Arbeitsgruppen schreiben jeweils in kollaborativer Gruppenarbeit einen Artikel über ihre Forschung)



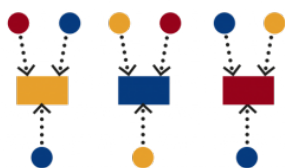
## 2) Artikel einreichen

(Arbeitsgruppen schicken ihre Artikel an die Redaktion einer wissenschaftlichen Zeitschrift)



## 3) Feedback zu anderem Artikel geben

(ausgewählte „Peers“ schreiben in Einzelarbeit zu den ihnen zugeteilten Artikeln ein Gutachten)



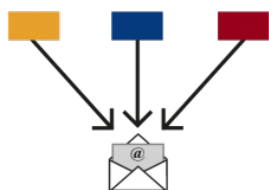
## 4) Artikel überarbeiten

(Arbeitsgruppen bekommen von den „Peers“ Feedback zu ihren Artikeln und überarbeiten diese)



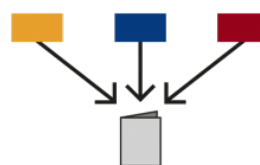
## 5) Überarbeiteten Artikel einreichen

(Arbeitsgruppen schicken ihre überarbeiteten Artikel an die Redaktion der wissenschaftlichen Zeitschrift)



## 6) Artikel wird ggf. in Fachzeitschrift veröffentlicht

(Herausgeber\*innen der Fachzeitschrift entscheiden auf der Basis der Gutachten der „Peers“ darüber, ob sie den Artikel in ihrer Zeitschrift veröffentlichen)



●●● Forscher\*innen

■ ■ ■ wissenschaftliche Artikel

Ausgewählte Wissenschaftler\*innen des entsprechenden Fachgebiets schreiben als „**Peers**“ zu den ihnen zugeteilten Artikeln ein **Gutachten**. Sie prüfen dabei beispielsweise, ob der eingereichte Artikel in sich logisch aufgebaut ist, inwieweit die Forschungsmethoden zur Forschungsfrage passen und ob die gewonnenen Erkenntnisse neu sind. Anhand des Feedbacks der „Peers“ können die Autor\*innen ihre **Artikel überarbeiten** und bekommen eine Rückmeldung zur Qualität ihrer Arbeit. Für die Herausgeber\*innen der wissenschaftlichen Zeitschrift dienen die **Gutachten der „Peers“ als Entscheidungshilfe** dafür, ob ein Artikel veröffentlicht werden sollte, überarbeitet werden muss oder abzulehnen ist. Ein wissenschaftlicher Artikel wird nur dann veröffentlicht, wenn die Herausgeber\*innen diesen zur Veröffentlichung freigeben.

Es gibt verschiedene Arten des Peer-Review-Verfahrens: Beim Single-Blind-Verfahren bleiben die Gutachter\*innen anonym, wissen aber, wer die Autor\*innen des Artikels sind. Beim Double-Blind-Verfahren wissen die Autor\*innen und die Gutachter\*innen wechselseitig nicht, wer die anderen sind.

Im Rahmen dieser **EduChallenge** führen wir ein **Double-Blind-Verfahren** durch. Das heißt, jede\*r von euch bekommt einen Artikel einer anderen Arbeitsgruppe und gibt Feedback dazu. An dem Artikel steht aber nicht, wer diesen verfasst hat und euer Feedback bleibt ebenso anonym.

Macht euch an dieser Stelle im Laborbuch (S.12, Aufgabe 2) Notizen zum Ablauf des Peer-Review-Verfahrens bei der Veröffentlichung von wissenschaftlichen Artikeln in Fachjournalen 😊

## Wie schreiben wir einen wissenschaftlichen Artikel?

Bevor ihr als Arbeitsgruppe einen wissenschaftlichen Artikel verfasst, solltet ihr euch zuerst gemeinsam Gedanken über dessen Aufbau machen. Achtet auf eine **logische Gedankenführung** und einen **strukturierten Textaufbau** („roter Faden“), damit euch die Leser\*innen eures Artikels gut folgen können. Bevor ihr beginnt, den Text zu formulieren, ist es daher hilfreich, **Stichpunkte** zu notieren oder eine **Mindmap** anzulegen, um eure Punkte inhaltlich sinnvoll zu verknüpfen. Strukturiert euren Artikel mit den folgenden **Textabschnitten**:

- **Einleitung**: Stellt klar, um welches Thema es in eurem Artikel geht und welche Sportart ihr betrachtet.
- **Forschungsfrage**: Die Forschungsfrage ist eine Art Leitfrage, die eurem

wissenschaftlichen Artikel zugrunde liegt und welche ihr zu Beginn eures Textes klar benennen solltet. Euer Ziel ist es, diese Frage im Laufe eures Artikels zu beantworten. Eure Forschungsfrage habt ihr bereits auf der Seite 9 im Laborbuch formuliert 😊

- **Methoden:** Erläutert, welche Methoden ihr beim Arbeiten verwendet habt (induktives/deduktives Vorgehen, Nutzung eines Paradigmas, etc.) und beschreibt, wie ihr schrittweise bei eurem Forschungsprojekt vorgegangen seid (Videoaufnahme, Erstellung der Simulation, etc.). Nennt dabei auch die von euch verwendeten Materialien und Programme. Geht außerdem darauf ein, wie ihr in der Gruppe gearbeitet habt und begründet, warum ihr dabei so vorgegangen seid (kollaborative/kooperative Zusammenarbeit, wer hat was zum Projekt beigetragen und warum?).
- **Ergebnisse:** Beschreibt, zu welchen Ergebnissen ihr mit eurer Forschung gekommen seid und was ihr herausgefunden habt. Dazu habt ihr euch schon auf der Seite 10 im Laborbuch („Auswertung“ Aufgabe (1)) Gedanken gemacht – oder ihr werdet dies in der nächsten Stunde noch machen 😊
- **Diskussion:** Nachdem ihr die Ergebnisse einmal kurz dargelegt habt, solltet ihr diese im Hinblick auf eure Forschungsfrage diskutieren. Dazu habt ihr euch auch schon auf den Seiten 10 & 11 im Laborbuch („Auswertung“ Aufgabe (2), (3) und „Rückbezug zur Forschungsfrage“) Notizen gemacht – oder ihr werdet dies in der nächsten Stunde noch machen.
- **Fazit:** Fasst am Ende eures Artikels die wichtigsten Punkte zusammen.

### Worauf solltet ihr beim Schreiben achten?

- **Intersubjektivität:** Euer Vorgehen solltet ihr so vollständig dokumentieren, dass es von einer anderen Person nachvollzogen, verstanden und durch eine Wiederholung nachgeprüft werden kann.
- **Sachlichkeit:** In wissenschaftlichen Texten werden subjektive Aussagen und Meinungen sowie die Ich-/Wir-Perspektive vermieden. Bleibt daher sachlich und verwendet Passiv-Konstruktionen (z.B. „Dabei konnte beobachtet werden“ statt „Wir konnten beobachten“).
- **Präzision:** Statt ungenauer Angaben solltet ihr auf klare Formulierungen achten und passende Fachbegriffe aus den Naturwissenschaften verwenden. Macht darüber hinaus wörtliche oder sinngemäße Übernahmen durch Quellenangaben kenntlich.
- **Prägnanz:** Ein wissenschaftlicher Artikel ist kein spannender Roman, sondern ein Text, in dem die Informationen kompakt und kurz dargestellt werden. Achtet daher auf einen übersichtlichen Satzbau und kurze, treffende Formulierungen. Im Rahmen

der EduChallenge sollte euer Artikel **ungefähr eine halbe Seite** umfassen, aber in keinem Fall länger als eine Seite sein.

Macht euch an dieser Stelle im Laborbuch (S.12, Aufgaben 3 & 4) Notizen zu den strukturellen Bestandteilen eines wissenschaftlichen Artikels und zu den Punkten, die beim Schreiben eines Artikels zu beachten sind 😊

Verfasst nun gemeinsam als Gruppe auf dem iPad einen wissenschaftlichen Artikel (**digitales Format**, nicht handschriftlich). Orientiert euch dabei an den oben genannten Vorgaben zum Thema „Wie schreiben wir einen wissenschaftlichen Artikel?“ und nehmt ebenfalls Bezug auf eure Überlegungen zur „Auswertung“ (Laborbuch, S.10) und zum „Rückbezug zur Forschungsfrage“ (Laborbuch, S.11.). Schickt euren fertigen Artikel dann an [redaktion@uni-bonn.de](mailto:redaktion@uni-bonn.de)

## Wie gebe ich Feedback zu einem wissenschaftlichen Text?

Feedback sollte respektvoll, ermutigend, ehrlich und konstruktiv sein.

- **respektvoll**: Nimm dir die Zeit, um in Ruhe und aufmerksam den Text zu lesen. Beziehe dich in deinem Feedback konkret auf den Text und lege argumentativ dar, was und warum etwas geändert werden sollte. Urteile dabei nicht auf der persönlichen Ebene über die Autor\*innen und bleibe bei deinen Formulierungen sensibel. Stelle dir dabei vor, wie die Autor\*innen dein Feedback lesen.
- **ermutigend**: Nutze auch die Möglichkeit, um die Autor\*innen zu loben. Nimm bewusst wahr, was besonders gut umgesetzt wurde, und nenne dies zu Beginn deiner Rückmeldung. Es muss auch nicht immer ein Verbesserungsvorschlag gemacht werden.
- **ehrlich**: Aber andererseits ist keinem geholfen, wenn du deine Kritikpunkte verschweigst. Teile offen mit, an welchen Stellen du ein Verbesserungspotenzial siehst.
- **konstruktiv**: Dein Feedback soll den Autor\*innen des Artikels weiterhelfen. Deine Aufgabe ist es, sie dabei zu unterstützen, den Text weiterzuentwickeln und zu verbessern. Nenne daher Textstellen, die missverständlich formuliert sind, bei denen du Verständnisschwierigkeiten hast oder die nicht auf Anhieb gut verständlich sind (Welchen Satz musstest du fünfmal lesen, bis du ihn verstanden hast?).

Mache dir an dieser Stelle im Laborbuch (S.14, Aufgabe 1) Notizen zu den Eigenschaften einer wertvollen Feedbackkultur 😊



## **C Laborbuchseiten zum Peer-Review-Verfahren**

# Peer-Review-Verfahren

🕒 15 min

Die Ergebnisse ihrer Forschung veröffentlichen Forscher\*innen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. Um die Qualität von wissenschaftlichen Artikeln zu sichern, können diese jedoch nicht „einfach so“ in solchen Journalen veröffentlicht werden. Die Beiträge werden von externen Wissenschaftler\*innen geprüft und nur dann veröffentlicht, wenn diese Expert\*innen die Artikel zur Veröffentlichung freigeben.



**Scanne** den QR-Code, um herauszufinden, was es mit dem Peer-Review-Verfahren auf sich hat.

(1) **Erläutere** die Intention des Peer-Review-Verfahrens.

✍️ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(2) **Beschreibe** in eigenen Worten, wie das Peer-Review-Verfahren abläuft.

✍️ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Einen wissenschaftlichen Artikel schreiben

Bevor ihr selber aktiv werdet und gemeinsam einen wissenschaftlichen Artikel schreibt, **informiere** dich auf der Informationsbasis darüber, was man beim Verfassen eines wissenschaftlichen Artikels beachten sollte.



(3) **Liste** die strukturellen Bestandteile eines wissenschaftlichen Artikels **auf**.

✍️ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(4) **Nenne** die wichtigsten Punkte, die beim Schreiben eines wissenschaftlichen Artikels zu beachten sind.

✍️ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Vergleiche** deine Lösungen zu (1) bis (4) mit der Beispiellösung.

- (5) Nun seid ihr dran! **Verfasst gemeinsam** als Gruppe einen wissenschaftlichen Artikel. **Orientiert** euch dabei **an** den Vorgaben zum Thema „Wie schreiben wir einen wissenschaftlichen Artikel?“ auf der Webseite und **scannt** dafür den QR-Code. **Nehmt** ebenfalls **Bezug auf** eure Überlegungen zum „Rückbezug zur Forschungsfrage“ (siehe S.11). **Schickt** euren fertigen Artikel an die Mailadresse *redaktion@uni-bonn.de*

🕒 30 min



 **Klebe hier euren Artikel ein.**

## Feedback geben


🕒 25 min

Im Rahmen des Peer-Review-Verfahrens erhältst du einen wissenschaftlichen Artikel einer anderen Arbeitsgruppe. Doch wie genau soll dein Feedback dazu aussehen?

**Informiere** dich dazu auf der über den QR-Code verlinkten Seite der Informationsbasis.



(1) **Benenne** Eigenschaften eines wertvollen Feedbacks.

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(2) **Lies** dir nun in Ruhe den dir zugeteilten Artikel **durch** und **fülle** danach den Feedbackbogen dazu **aus**. Bist du fertig? Dann **gib** deinen Feedbackbogen vorne am Pult wieder **ab**.


## Feedback bekommen

🕒 20 min


**Lest** euch **gemeinsam** das Feedback der Peers zu eurem Artikel durch und **diskutiert gemeinsam** über die Rückmeldungen. Was ist den Peers positiv aufgefallen? Wie sehen ihre Verbesserungsvorschläge aus?

**Notiere** nach der Gruppendiskussion im Folgenden die wichtigsten Aspekte.

(3) **Fasse zusammen**, was du Positives aus dem Peer-Feedback mitnimmst.

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(4) **Nenne** die Aspekte, die ihr als Gruppe an eurem Artikel noch verbessern solltet.

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(5) **Überarbeitet** nun **gemeinsam** euren Artikel auf der Basis des Peer-Feedbacks und **schickt** diesen dann an die Mailadresse [redaktion@uni-bonn.de](mailto:redaktion@uni-bonn.de)



**Klebe** hier euren überarbeiteten Artikel **ein**.

## **D Beispiellösungen zu den Laborbuchseiten zum Peer-Review-Verfahren**

Die Ergebnisse ihrer Forschung veröffentlichen Forscher\*innen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. Um die Qualität von wissenschaftlichen Artikeln zu sichern, können diese jedoch nicht „einfach so“ in solchen Journalen veröffentlicht werden. Die Beiträge werden von externen Wissenschaftler\*innen geprüft und nur dann veröffentlicht, wenn diese Expert\*innen die Artikel zur Veröffentlichung freigeben.



Scanne den QR-Code, um herauszufinden, was es mit dem Peer-Review-Verfahren auf sich hat.

## (1) Erläutere die Intention des Peer-Review-Verfahrens.

✍ Die Intention des Peer-Review-Verfahrens in der Wissenschaft ist die Qualitätssicherung und -kontrolle, die Selbststeuerung von Wissenschaft und die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage bei der Verteilung von Ressourcen (Forschungsgelder, Publikation und Stellen der Universitätsprofessor\*innen).

## (2) Beschreibe in eigenen Worten, wie das Peer-Review-Verfahren abläuft.

✍ Wissenschaftler\*innen reichen ihre Artikel bei einer wissenschaftlichen Zeitschrift zur Veröffentlichung ein. Diese Beiträge werden dann von anderen Wissenschaftler\*innen des entsprechenden Fachgebiets („Peers“) begutachtet. Anhand des Feedbacks der „Peers“ können die Autor\*innen ihre Artikel überarbeiten. Für die Herausgeber\*innen der Fachzeitschrift dienen die Gutachten der „Peers“ als Entscheidungshilfe dafür, ob ein Artikel veröffentlicht werden sollte, überarbeitet werden muss oder abzulehnen ist.

## Einen wissenschaftlichen Artikel schreiben

Bevor ihr selber aktiv werdet und gemeinsam einen wissenschaftlichen Artikel schreibt, **informiere dich auf der Informationsbasis darüber, was man beim Verfassen eines wissenschaftlichen Artikels beachten sollte.**



## (3) Liste die strukturellen Bestandteile eines wissenschaftlichen Artikels auf.

- ✍ - Einleitung: klarstellen, um welches Thema es geht
- Forschungsfrage: Leitfrage benennen, die dem wissenschaftlichen Artikel zugrunde liegt
- Methoden: erläutern, welche Methoden man beim Arbeiten und Forschen verwendet hat
- Ergebnisse: beschreiben, zu welchen Ergebnissen man gekommen ist
- Diskussion: Ergebnisse im Hinblick auf die Forschungsfrage diskutieren
- Fazit: die wichtigsten Punkte zusammenfassen

## (4) Nenne die wichtigsten Punkte, die beim Schreiben eines wissenschaftlichen Artikels zu beachten sind.

- ✍ - Intersubjektivität: Vorgehen vollständig dokumentieren, so dass es von einer anderen Person durch eine Wiederholung nachgeprüft werden kann
- Sachlichkeit: sachlich bleiben und Passiv-Konstruktionen verwenden
- Präzision: klare Formulierungen und passende Fachbegriffe verwenden
- Prägnanz: Informationen kompakt und kurz darstellen

Vergleiche deine Lösungen zu (1) bis (4) mit der Beispiellösung.




## Feedback geben

🕒 25 min

Im Rahmen des Peer-Review-Verfahrens erhältst du einen wissenschaftlichen Artikel einer anderen Arbeitsgruppe. Doch wie genau soll dein Feedback dazu aussehen?  
**Informiere dich dazu auf der über den QR-Code verlinkten Seite der Informationsbasis.**



(1) **Benenne** Eigenschaften eines wertvollen Feedbacks.

-  - respektvoll: sich Zeit nehmen, sich beim Feedback auf den Text und nicht auf die Autor\*innen beziehen
- ermutigend: bewusst wahrnehmen, was gut umgesetzt wurde und dies zu Beginn nennen
- ehrlich: offen mitteilen, an welchen Stellen man Verbesserungspotenzial sieht
- konstruktiv: das Feedback soll den Autor\*innen des Artikels weiterhelfen


(2) **Lies** dir nun in Ruhe den dir zugeteilten Artikel **durch** und **fülle** danach den Feedbackbogen dazu **aus**.  
Bist du fertig? Dann **gib** deinen Feedbackbogen vorne am Pult wieder **ab**.

## Feedback bekommen

🕒 20 min

**Lest** euch **gemeinsam** das Feedback der Peers zu eurem Artikel durch und **diskutiert gemeinsam** über die Rückmeldungen. Was ist den Peers positiv aufgefallen? Wie sehen ihre Verbesserungsvorschläge aus?  
**Notiere** nach der Gruppendiskussion im Folgenden die wichtigsten Aspekte.

(3) **Fasse zusammen**, was du Positives aus dem Peer-Feedback mitnimmst.



---

---

---


---

---

---

---

(4) **Nenne** die Aspekte, die ihr als Gruppe an eurem Artikel noch verbessern solltet.



---

---

---

---

---

---

---

(5) **Überarbeitet** nun **gemeinsam** euren Artikel auf der Basis des Peer-Feedbacks und **schickt** diesen dann an die Mailadresse [redaktion@uni-bonn.de](mailto:redaktion@uni-bonn.de)

## **E Laborbuchseite zur Reflexion der Forschung**

# Numerische Simulation einer Wurfbewegung mit Luftreibung

- (6) **Notiere** die Rechenvorschrift für die numerische Simulation einer Wurfbewegung mit Luftreibung. **Kontrolliere** dein Ergebnis mit der Beispiellösung bevor du weiter arbeitest.

 Bewegung in x-Richtung:	Bewegung in y-Richtung:
---	-------------------------

- (7) **Notiere** die Eigenschaften deines Wurfobjektes.


Masse: \_\_\_\_\_ , Querschnittsfläche: \_\_\_\_\_ ,  $c_w$ -Wert: \_\_\_\_\_




- (8) **Pass** nun mit Hilfe der Informationsbasis deine Simulation entsprechend **an**.

- (9) **Speichere** die aktualisierte numerische Simulation erneut als Video und **erstelle** anschließend wieder ein Video, in dem die Simulation mit der aufgenommenen Wurfbewegung überlagert wird.


- (10) **Vergleiche** die Simulation mit Luftreibung mit der Simulation ohne Luftreibung.

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_


- (11) **Vergleiche** die Simulation mit Luftreibung mit dem Experiment.

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_


## Rückbezug zur Forschungsfrage

 15 min

- (12) **Notiere** eine Antwort auf eure Forschungsfrage (siehe S.9).

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- (13) Welche Umstände, Unsicherheiten oder weitere Aspekte grenzen die Aussagekraft eurer Forschungsergebnisse ein? **Reflektiere kritisch**, wie sich das auf euer Ergebnis auswirkt.

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- (14) Welche weiteren Forschungsfragen könnten sinnvoll im Anschluss an eure Forschung gestellt werden?

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Wenn du mit dieser Seite fertig bist, **sprich** kurz uns von der Uni oder deine Lehrerin **an**.

## **F Feedbackbogen**

**Feedbackbogen für Peer-Review-Verfahren:** Suche dir ein paar der folgenden Aspekte aus und gib dazu stichpunktartig Feedback.

Gesamteindruck	
Was ist besonders gut gelungen und weshalb?	
Sind der Titel und das Layout ansprechend?	
Forschungsfrage	
Wird die Forschungsfrage genannt?	
Weckt die Forschungsfrage dein Interesse?	
Inhalt	
Wird das Vorgehen bei der Forschung schrittweise beschrieben und die verwendete Methode genannt?	
Passt die beschriebene Methode zur Forschungsfrage?	
Wird die Arbeit in der Gruppe beschrieben und die Vorgehensweise dabei begründet?	
Werden die Ergebnisse der Forschung dargelegt?	
Wird am Ende ein Bezug zur Forschungsfrage hergestellt und diese beantwortet?	
Sind die Schlussfolgerungen nachvollziehbar und in sich logisch?	
Wird etwas behauptet, das belegt werden müsste?	
An welcher Stelle hast du Schwierigkeiten dem Text zu folgen? Was genau ist unverständlich/ widersprüchlich oder scheint ganz zu fehlen?	
Wo könnten Beschreibungen, Beispiele oder Vergleiche den Text anschaulicher machen?	
Was ist eher unwichtig und lenkt von der Beantwortung der Forschungsfrage ab?	
Struktur	
Folgt der Text einem erkennbaren „roten Faden“?	
Umfasst der Artikel die Abschnitte: Einleitung, Forschungsfrage, Methode, Ergebnisse, Diskussion und Fazit?	
Sprache und Stil	
Sachlichkeit	Gibt es subjektive Aussagen oder umgangssprachliche Formulierungen?
Präzision	Gibt es Sätze, die besonders gut formuliert wurden?
	Gibt es Sätze, die zu kompliziert/ zu verschachtelt/zu lang sind?
Prägnanz	Sind die im Text zentralen Fachbegriffe verständlich und inhaltlich passend?
	Werden die verwendeten Quellen nachvollziehbar zitiert?
Gibt es Anmerkungen zur Rechtschreibung oder Zeichensetzung?	
Weiteres Feedback	

Artikel kann ohne Änderungen veröffentlicht werden.  
 Artikel muss vor der Veröffentlichung noch überarbeitet werden.

**G Beobachtungsbögen für die Gruppen- und  
Kursbeobachtung zum Peer-Review-Verfahren**

## 1. Beobachtungsbogen für die Gruppenbeobachtung zum Peer-Review-Verfahren

Datum		Stunde der EduChallenge	
Schule		Thema	Rückbezug Forschungsfrage Peer-Review
Gruppe			

<b>Besondere Beobachtungspunkte (im Hinblick auf Forschungsfrage)</b>		
<p>Gelingt den Schüler*innen der <b>Rückbezug zur Forschungsfrage?</b> (Können sie die entsprechenden Aufgaben (S. 11 unten) selbstständig bearbeiten oder benötigen sie dabei Unterstützung? Beantworten sie die Fragen nur oberflächlich? Diskutieren sie über die Aufgaben?)</p>		
<p><u>Gruppenarbeit:</u> Inwieweit <b>arbeiten</b> die Schüler*innen beim Verfassen des Artikels <b>als Gruppe zusammen?</b> (Arbeiten sie kollaborativ oder kooperativ oder macht eine*r die Arbeit alleine? Welche Aufgaben übernehmen die einzelnen Gruppenmitglieder?)</p>		
<p><u>Strategie:</u> <b>Wie gehen</b> die Schüler*innen beim Verfassen des Artikels <b>vor?</b> (Machen sich die Schüler*innen vor dem Schreiben des Artikels Gedanken über die Struktur? Fertigen sie eine Mindmap an? Sammeln sie Stichpunkte? Oder schreiben sie drauf los? Herrscht Planlosigkeit?)</p>		
<p><u>Informationsplattform:</u> Nutzen die Schüler*innen die <b>Hinweise auf der Informationsbasis?</b> (Orientieren sie sich an den Vorgaben? Nehmen sie Bezug zu den entsprechenden Seiten im Laborbuch?)</p>		
<p><u>Medium/Technik:</u> Wie kommen die Schüler*innen mit dem <b>Schreiben auf den Tablets</b> zurecht?</p>		



<b>Gruppenarbeit</b>		
allgemeine Stimmung (Wie ist die Arbeitsatmosphäre?)		
Konzentration (Arbeitet die Gruppe konzentriert oder beschäftigt sie sich mit anderen Dingen?)		
Arbeitsorganisation (Wie organisiert sich die Arbeitsgruppe? Wird kooperativ/ kollaborativ gearbeitet?)		
Beteiligung (Sind alle Mitglieder mit gleicher Intensität am Arbeitsprozess beteiligt?)		
Kommunikation (Wie wird in der Gruppe kommuniziert?)		
Selbstständigkeit (Inwieweit arbeitet die Gruppe ohne Hilfe der Lehrpersonen?)		
Zeitmanagement (Bearbeiten die Schüler*innen die Aufgaben im Laborbuch in der dafür vorgesehenen Zeit?)		
Gruppengröße (Gibt es Unterschiede, die auf Gruppengröße zurückzuführen sind?)		

<b>Laborbuch</b>		
Seiten		
Machen sich die Schüler*innen Notizen?		
Was klappt besonders gut?		
Was wird von den Schüler*innen nicht verstanden?		
Welche Instruktionen sind notwendig?		
Verbesserungsideen		

<b>Informationsbasis</b>		
Seiten		
Was klappt besonders gut?		
Was wird von den Schüler*innen nicht verstanden?		
Welche Instruktionen sind notwendig?		
Verbesserungsideen		

## 2. Beobachtungsbogen für die Gruppenbeobachtung zum Peer-Review-Verfahren

Datum		Stunde der EduChallenge	
Schule		Thema	Peer-Review-Verfahren
Gruppe			

<b>Besondere Beobachtungspunkte (im Hinblick auf Forschungsfrage)</b>		
<u>Feedback geben:</u> Wie kommen die Schüler*innen mit dem <b>Feedbackbogen</b> zurecht? (Fällt es ihnen schwer, sich Aspekte für ihr Feedback auszusuchen? Schreiben sie auch Notizen direkt an den Artikel? Lassen sich die Schüler*innen auf diese Art des Feedback-Verfahrens ein?)		
<u>Feedback bekommen:</u> Wie wird das <b>Feedback</b> von den Schüler*innen <b>angenommen</b> ? (Gibt es Kommentare? Nehmen sie das Feedback ernst? Diskutieren sie darüber?)		
<u>Artikel überarbeiten:</u> <b>Überarbeiten</b> die Schüler*innen ihren Artikel? (Was machen die Schüler*innen mit dem Feedback? Überarbeiten sie ihren Artikel? Gehen sie da nochmal mit Elan dran? Oder machen sie das eher lieblos oder überarbeiten sie ihren Artikel gar nicht? )		

<b>Gruppenarbeit</b>		
allgemeine Stimmung (Wie ist die Arbeitsatmosphäre?)		
Konzentration (Arbeitet die Gruppe konzentriert oder beschäftigt sie sich mit anderen Dingen?)		
Arbeitsorganisation (Wie organisiert sich die Arbeitsgruppe? Wird kooperativ/ kollaborativ gearbeitet?)		
Beteiligung (Sind alle Mitglieder mit gleicher Intensität am Arbeitsprozess beteiligt?)		
Kommunikation (Wie wird in der Gruppe kommuniziert?)		
Selbstständigkeit (Inwieweit arbeitet die Gruppe ohne Hilfe der Lehrpersonen?)		
Zeitmanagement (Bearbeiten die Schüler*innen die Aufgaben im Laborbuch in der dafür vorgesehenen Zeit?)		
Gruppengröße (Gibt es Unterschiede, die auf Gruppengröße zurückzuführen sind?)		

<b>Laborbuch</b>		
Seiten		
Machen sich die Schüler*innen Notizen?		
Was klappt besonders gut?		
Was wird von den Schüler*innen nicht verstanden?		
Welche Instruktionen sind notwendig?		
Verbesserungsideen		

<b>Informationsbasis</b>		
Seiten		
Was klappt besonders gut?		
Was wird von den Schüler*innen nicht verstanden?		
Welche Instruktionen sind notwendig?		
Verbesserungsideen		

## Beobachtungsbogen für die Kursbeobachtung

Datum		Stunde der EduChallenge	
Schule		Thema	

Stundenverlauf [Zeit]	

## **H Pre-Post-Test**

## Pre-Post-Test

Liebe Jugendliche,

herzlich willkommen zur ersten EduChallenge „Perspektiven auf Naturwissenschaften“! Wir freuen uns, dass ihr dabei seid! Als Team der Fachdidaktik Physik der Universität Bonn möchten wir dieses Konzept erproben und evaluieren, um es weiter zu verbessern. Deshalb stellen wir dir vor und nach der Challenge verschiedene Fragen in einem Test. Was uns ganz wichtig ist: mit diesem Test bewerten wir nicht deine persönliche Lernentwicklung, sondern unser Lernkonzept. Auf dem Test selber bitten wir um eine Angabe des Namens, damit wir beide Tests und weitere Lernergebnisse zuordnen können. Nach dieser Zuordnung und damit vor der eigentlichen Auswertung anonymisieren wir alle Daten!

Wir bitten dich, die Fragen in diesem Test so gut wie möglich zu beantworten. Wenn du bei einer Frage jedoch überhaupt keine Ahnung hast, kannst du die Frage auch einfach mit einem „X“ markieren. Dies ist kein Problem. Schreibe Gedanken aber gerne auch dann auf, wenn du dir dabei unsicher bist. Damit hilfst du uns sehr! Falls du aus Zeitgründen auf eine Frage nicht antworten konntest, markiere diese Frage bitte mit einem „Z“.

Die Zeit zum Bearbeiten ist 30 Minuten.

Danke für deine Teilnahme und Unterstützung!

### 1) Daten

- Name
- Schule

### 2) Motivation

Bitte **gib** jeweils **an**, wie sehr du der Aussage zustimmst, indem du **ein Kreuz** in den zutreffenden Kreis **setzt**.

	stimme voll zu	stimme eher zu	kann ich nicht beurteilen	stimme eher nicht zu	stimme gar nicht zu
Egal ob physikalische Inhalte schwer oder leicht zu verstehen sind, bin ich mir sicher, dass ich sie verstehen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin unsicher, wenn es darum geht physikalische Konzepte zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin mir sicher, dass ich in einem Physiktest gut abschneiden würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Egal wieviel Arbeit ich in das Lernen von Physik stecke, ich verstehe es einfach nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn die Aufgaben im Physikunterricht zu schwer werden, gebe ich auf oder mache nur die einfachen Teile.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im Physikunterricht frage ich eher andere Leute um Hilfe, als selbst über eine Aufgabe nachzudenken.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn ich physikalische Inhalte zu schwierig finde, versuche ich gar nicht erst, sie zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich glaube, dass es wichtig ist Physik zu lernen, da ich das Wissen im Alltag nutzen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich glaube, dass es wichtig ist, Physik zu lernen, da es mich zum Nachdenken anregt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich glaube, dass es wichtig ist, Physik zu lernen, um Probleme zu lösen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im Physikunterricht halte ich es für besonders wichtig, aktiv an Forschungsaufgaben teil zu nehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für mich ist es wichtig, im Physikunterricht meiner eigenen Neugier nachgehen zu können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

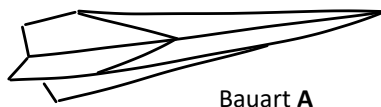
### 3) Tätigkeiten von Naturwissenschaftler\*innen

Gib jeweils an, für wie richtig du die folgende Aussage hältst, indem du ein Kreuz in den zutreffenden Kreis setzt. Naturwissenschaftler\*innen beschäftigen sich im Arbeitsalltag regelmäßig mit folgenden Tätigkeiten:

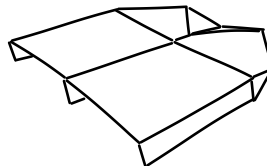
	stimme voll zu	stimme eher zu	kann ich nicht beurteilen	stimme eher nicht zu	stimme gar nicht zu
Theorien ausdenken und entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Neue Messgeräte entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Projekt organisieren und durchführen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fächerübergreifende Projekte durchführen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sich für Besprechungen treffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eigene Messverfahren entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Neue Versuchsaufbauten konstruieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine Arbeitsgruppe leiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Team aufbauen und organisieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Austausch mit Naturwissenschaftler*innen von anderen Universitäten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ideen für neue Forschungsansätze entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fachvorträge halten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Konferenzen besuchen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Veröffentlichungen schreiben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Austausch mit Personen, die keine Naturwissenschaftler*innen sind	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fachliteratur suchen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
An eigenen Erfindungen arbeiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulationen entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arbeitsabläufe planen und organisieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 4) Untersuchung von Papierfliegern

Ezra und Jonas wollen einen Papierflieger basteln, der möglichst weit fliegt. Sie haben Bastelanleitungen für die Bauarten A und B (siehe Abbildungen) gefunden und fragen sich, welche Bauart weiter fliegt.



Bauart A



Bauart B

**Beschreibe** ein Vorgehen, wie Ezra und Jonas wissenschaftlich untersuchen können, welche Bauart der Papierflieger weiter fliegt.

---



---

**Erläutere**, ob die so gewonnene Erkenntnis für immer und für alle Papierflieger gilt.

---



---



5) **Verschiedene Konzepte**

**Beschreibe** jeweils kurz und gerne in Stichsätzen, ...

a) **was** man unter einem **induktiven Schluss** versteht, und gib ein **Beispiel** dafür.

---

---

b) **was** das **Problem** bei induktiven Schlüssen ist.

---

---

c) **wie** ein **deduktiver Forschungsprozess** abläuft.

---

---

d) ob sich Erkenntnisse, die man aus einem deduktiven Forschungsprozess gewonnen hat, später **ändern** können und **begründe warum**.

---

---

e) in welche **Bewegungstypen** man einen **schiefen Wurf** allgemein zerlegen kann.

---

---

f) **was** man in den Naturwissenschaften unter einem **Modell** versteht.

---

---

g) **welche Rolle** Modelle **in der Naturwissenschaft** spielen.

---

---

h) **wann und warum** man in Naturwissenschaften **numerische Simulationen** mit einem Computer macht.

---

---

i) **wie man vorgehen** kann, um eine **numerische Simulation** durchzuführen.

---

---

j) **wie** man die **Aussagekraft** von Simulationen untersuchen kann und **wie gut** das Ergebnis einer Simulation die **reale Welt** beschreibt.

---

---

k) **wie** ein **Peer Review Verfahren** abläuft.

---

---

l) **warum** man in der Wissenschaft **Peer Review** einsetzt.

---

---

**6) Forschung und Simulation in der Klimaforschung**

*Unter anderem in der Klimaforschung spielen numerische Simulationen eine zentrale Rolle. Solche Simulationen berechnen die Entwicklung des Klimas anhand mathematischer Modelle.*

**Beschreibe**, wie man vorgehen könnte, um zu untersuchen, inwieweit ein vorliegendes mathematisches Klimamodell die tatsächliche Klimaentwicklung beschreibt.

---

---

---

---

*Der IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change = „Weltklimarat“) ist eine internationale Institution, die von 195 Ländern getragen wird. Sie besteht aus einer großen Gruppe von Wissenschaftler\*innen, die sich mit dem Klimawandel beschäftigen. Rund alle fünf Jahre formuliert diese Gruppe einen Bericht, in dem der aktuelle Wissensstand der Klimaforschung beschrieben wird. Hierzu berücksichtigt der IPCC umfassende Ergebnisse aus wissenschaftlichen Artikeln, die in Fachjournals verschiedener Disziplinen zur Klimaforschung veröffentlicht wurden. Auch die Berichte des IPCC selber unterliegen einem wissenschaftlichen Peer Review Verfahren.*

**Beschreibe**, welche Funktionen Wissenschaft in diesem Beispiel in der Gesellschaft übernimmt.

---

---

---

**Beschreibe**, wodurch die Qualität der Aussagen des IPCC gesichert werden soll und wie du deren Sicherheit (im Sinne von Zuverlässigkeit) einschätzt.

---

---

---

*Die nachfolgende Aufgabe ist nur Teil des Post-Tests:*

**7) Feedback**

Wie fandest du das Konzept der EduChallenge, also die Kombination aus Laborbuch, Informationsbasis und Gruppenarbeit?

---

---

Was war für dich das Highlight der EduChallenge?

---

Was sollte an der EduChallenge geändert oder verbessert werden? Wenn du Verbesserungsvorschläge hast, gib diese bitte direkt mit an.

---

---

Was nimmst du für dich persönlich aus der EduChallenge mit?

---

---

Im Internet bewertet man Produkte oft mit ein bis fünf Sternen. Wie viele Sterne würdest du der EduChallenge geben?

---

Gibt es etwas, dass du uns zur EduChallenge noch sagen möchtest?

---

---

## **I Leitfaden für die Interviews mit den Schüler\*innen**

## Leitfaden für die Interviews mit den Schüler\*innen

### Information:

Es geht uns nicht darum, die Schüler\*innen zu bewerten, sondern die Lernumgebung besser zu verstehen, um diese verbessern zu können. Die Nachfragen sind optional und sollten dann gestellt werden, wenn zu dem Punkt sonst nichts gesagt wurde.

Phase	Thema	Fragen
Einstieg	Logo der EduChallenge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Was hat das Logo mit der Challenge zu tun? [Assoziationen der Schüler*innen sind spannend]</li> </ul>
Konzepte	Deduktiver Forschungsablauf	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ihr habt ja selber geforscht. Seid ihr dabei denn eher induktiv oder deduktiv vorgegangen?</li> </ul> Nachfragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Was heißt denn induktiv / deduktiv?</li> <li>- Wie läuft denn ein deduktiver Forschungsprozess ab?</li> <li>- Kann sich so eine Erkenntnis später dann nochmal ändern?</li> <li>- Was denkt ihr, warum wir die Experimente zu den Newtonschen Axiomen gemacht haben?</li> </ul>
	Funktion von Wissenschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wir haben uns natürlich darüber unterhalten, aber ich habe diese Seite zu dem Garten nicht gemacht. Könnt ihr mir erklären, um was es da ging und was das mit Wissenschaft zu tun hatte?</li> </ul> Nachfrage: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie sehr ist Wissenschaft ein soziales Handeln?</li> </ul>
	Numerische Simulation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Könnt ihr mir erklären, was das ist und wozu man das braucht?</li> </ul> Nachfragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Was haben numerische Simulationen mit Modellen zu tun?</li> <li>- Was sind Modelle und welche Rolle spielen sie in den Naturwissenschaften?</li> </ul>
	Peer-Review	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Könnt ihr mir erklären, was Peer-Review ist und warum man das macht?</li> </ul> Nachfragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sagt euch in diesem Kontext das Wort „Qualitätssicherung“ etwas?</li> <li>- Fallen dir außer der Qualitätssicherung noch andere Gründe ein, warum man das macht?</li> </ul>
Feedback zur Lernumgebung	-	Rückblickend und zusammenfassend: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Was hat an der EduChallenge nicht so gut geklappt und warum?</li> <li>- Was, denkt ihr, sollte man an der Challenge ändern? Habt ihr eine Idee, wie?</li> </ul> Mögliche Impulse: Zeitaufwand, Gruppenarbeit, Thema, Laborbuch, Infobasis, Hausaufgaben, iPads, Simulation, Videos, ...
	+	Rückblickend und zusammenfassend: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gibt es etwas an der Challenge, das euch besonders gut gefallen hat und so bleiben soll?</li> </ul> Mögliche Impulse: Zeitaufwand, Gruppenarbeit, Thema, Laborbuch, Infobasis, Hausaufgaben, iPads, Simulation, Videos, ...
	Eindrücke	Wie war euer Eindruck zu... <ul style="list-style-type: none"> <li>- dem <u>Einstieg</u> mit dem Video? (War das motivierend?)</li> <li>- habt ihr die Challenge als <u>motivierend</u> wahrgenommen? (z.B. im Vergleich zu „normalem“ Unterricht. Was daran war ggf. motivierend?)</li> <li>- der Gestaltung des Unterrichts? Also die <u>Kombination aus Informationsbasis und Laborbuch</u> sowie die Gestaltung mit Videos (oft zu Hause) und Übungen in den Stunden.</li> <li>- dem Abgleich der Ergebnisse mit einer <u>Beispiellösung</u>.</li> <li>- der Arbeit in den „<u>Forschungsgruppen</u>“ (z.B. Gruppengröße, Bearbeitung der Hausaufgaben, Arbeit mit iPads, Video aufnehmen, Artikel schreiben, Zusammenarbeit allgemein)</li> <li>- dem <u>Peer-Review-Verfahren</u>: Was hat euch daran gut gefallen und was würdet ihr daran verbessern?               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hat es geklappt, in der Gruppe gemeinsam einen Artikel zu schreiben?</li> <li>- Seid ihr mit dem Feedbackbogen zurecht gekommen?</li> <li>- Wie hat bei euch allgemein die Umsetzung des Peer-Review-Verfahrens funktioniert?</li> </ul> </li> <li>- dem <u>Experimentieren</u> zu den Newtonschen Axiomen?</li> <li>- dem Teil mit dem <u>Schulgarten</u>?</li> <li>- dem erstellen der <u>Simulation</u>? War das interessant?</li> </ul>

## **J Geplanter und tatsächlicher zeitlicher Verlauf der „EduChallenge PaN“**

## Planung des zeitlichen Verlaufes der „EduChallenge PaN“

Stunde	Inhalt
1	Pre-Test
	Einleitung in die „EduChallenge PaN“
HA	Logik der deduktiven Nachprüfung
2 + 3	Ein Beispiel: Newtonschen Axiome
	Wissenschaft als Funktionssystem
HA	Normale vs. Revolutionäre Wissenschaft
4	Wurfbewegungen
5 + 6	Modellierung
	Einführung numerische Simulation
	Numerische Simulation einer Wurfbewegung
	Experimentelle Analyse einer Wurfbewegung
	Auswertung

Stunde	Inhalt
Exkurs	Luftreibung
	Numerische Simulation einer Wurfbewegung mit Luftreibung
HA	Fragen zum Peer-Review-Verfahren
7	Rückbezug zur Forschungsfrage
	Artikel schreiben
HA	Artikel fertigstellen und einreichen
8 + 9	Feedback geben
	Artikel überarbeiten
10	Post-Test
	Gemeinsamer Abschluss

## Tatsächlicher zeitlicher Verlauf der „EduChallenge PaN“

Alexander-von-Humboldt-Gymnasium Bornheim:

Stunde	Inhalt
1 (22.11.)	Pre-Test
	Einleitung in die „EduChallenge PaN“
HA	Logik der deduktiven Nachprüfung
2 + 3 (26.11.)	Ein Beispiel: Newtonschen Axiome
	Wissenschaft als Funktionssystem
HA	Wissenschaft als Funktionssystem fertigstellen
	Normale vs. Revolutionäre Wissenschaft
4 (29.11. online)	Wurfbewegungen
5 + 6 (03.12. online)	Wurfbewegungen fertigstellen
	Modellierung
	Einführung numerische Simulation
7 (06.12.)	Numerische Simulation einer Wurfbewegung
HA	Aufnahme eines Videos einer Wurfbewegung in einer Sportart der Wahl
8 + 9 (10.12.)	Experimentelle Analyse einer Wurfbewegung
	teilw. Überlagerung der Videos
	teilw. Fragen zum Peer-Review-Verfahren
HA	Auswertung
	Rückbezug zur Forschungsfrage
–	Luftreibung
	Numerische Simulation einer Wurfbewegung mit Luftreibung
10 (13.12.)	Fragen zum Peer-Review-Verfahren
	Artikel schreiben
HA	Artikel fertigstellen und einreichen
11 + 12 (17.12.)	Feedback geben
	Artikel überarbeiten
	Post-Test
13 (20.12.)	Artikel zu Ende überarbeiten
	Gruppeninterviews mit den Schüler*innen
	Gemeinsamer Abschluss

Einzelstunde: montags 7:50 bis 8:35 Uhr  
Doppelstunde: freitags 14:00 bis 15:30 Uhr

Humboldt-Gymnasium Köln:

Stunde	Inhalt
1 (25.11.)	Pre-Test
	Einleitung in die „EduChallenge PaN“
HA	Logik der deduktiven Nachprüfung
2 + 3 (26.11.)	Ein Beispiel: Newtonschen Axiome
	Wissenschaft als Funktionssystem
HA	Wissenschaft als Funktionssystem fertigstellen
	Normale vs. Revolutionäre Wissenschaft
Unterbrechung wegen der Physiklausur	
4 (09.12.)	Wurfbewegungen
5 + 6 (10.12.)	Modellierung
	Einführung numerische Simulation
	Numerische Simulation einer Wurfbewegung
	Aufnahme eines Videos einer Wurfbewegung in einer Sportart der Wahl
–	teilw. Experimentelle Analyse einer Wurfbewegung
	Überlagerung der Videos
	Luftreibung
HA	Numerische Simulation einer Wurfbewegung mit Luftreibung
	Fragen zum Peer-Review-Verfahren
7 (16.12.)	Auswertung
	Rückbezug zur Forschungsfrage
	Artikel schreiben
HA	Artikel fertigstellen und einreichen
8 + 9 (17.12.)	Feedback geben
	Artikel überarbeiten
	Post-Test
10 (23.12.)	Artikel zu Ende überarbeiten
	Gruppeninterviews mit den Schüler*innen
	Gemeinsamer Abschluss

Einzelstunde: donnerstags 10:35 bis 11:20 Uhr  
Doppelstunde: freitags 7:50 bis 9:25 Uhr [inkl. 5-Minuten-Pause]

## **K Übersicht über die Schüler\*innen**



## Übersicht über die Schüler\*innen

Schule	Codierung	Arbeitsgruppe	Pre-Test	Post-Test	Interview
AvH	P01	1	x	x	x
AvH	P02	2	x	x	x
AvH	P03	4	x	x	x
AvH	P04	1	x	x	x
AvH	P05	7	x	x	x
AvH	P06	4	x	x	x
AvH	P07	1	x	x	x
AvH	P08	4	x	x	x
AvH	P09	6	x	x	x
AvH	P10	6	x	x	x
AvH	P11	5	x	x	x
AvH	P12	5	x	x	x
AvH	P13	3	x	x	x
AvH	P14	2	x	x	x
AvH	P15	3	x	x	x
AvH	P16	2	x	x	x
AvH	P17	6	x	x	x
AvH	P18	4	x	x	x
AvH	P19	7	x	x	x
AvH	P20	7	x	x	x
H	P21	4		x	
H	P22	4	x	x	
H	P23	1	x	x	x
H	P24	3		x	
H	P25	5	x	x	x
H	P26	3	x	x	
H	P27	1		x	x
H	P28	1	x	x	x
H	P29	5	x	x	x
H	P30	3	x		
H	P31	2	x	x	x
H	P32	4	x	x	
H	P33	5	x	x	x
H	P34	2	x	x	x
H	P35	2	x	x	x

AvH: Alexander-von-Humboldt-Gymnasium Bornheim

H: Humboldt-Gymnasium Köln

## **L Datenauswertung des Pre-Post-Tests mit der qualitativen Inhaltsanalyse**

## Definition der Kategorien der inhaltlich strukturierten qualitativen Inhaltsanalyse

Item 1: Beschreibe jeweils kurz und gerne in Stichsätzen, ... wie ein Peer-Review-Verfahren abläuft.

Kategorie	Definition	Konkrete Antworten	Anzahl	
			Pre	Post
<b>forschen</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens auf den Forschungsprozess ein.	„Eine Gruppe von Wissenschaftlern stellt eine Forschungsfrage und untersucht diese.“ (P11-Post)	1	1
<b>Artikel verfassen</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens auf das Verfassen eines wissenschaftlichen Artikels ein.	„Man verfasst einen wissenschaftlichen Artikel [...]“ (P18-Post)	0	9
<b>Artikel einreichen</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Ablaufes des Peer-Review-Verfahrens auf die Einreichung eines wissenschaftlichen Artikels ein.	„Ein wissenschaftlicher Artikel wird eingeschendet [...]“ (P08-Post) „[...] 2. Artikel einreichen [...]“ (P16-Post)	0	4
<b>Rückmeldung geben</b>	Die Schüler*innen beschreiben, dass beim Peer-Review-Verfahren eine Art der Rückmeldung gegeben wird.	„Man <u>gibt</u> alleine ein <u>Feedback</u> zu einem Artikel [...]“ (P05-Post) „[...] Dieser [Artikel] wird an Peers gegeben und <u>überprüft</u> . [...]“ (P15-Post) „Bei einem Peer Review Verfahren werden Forschungsartikel die veröffentlicht werden sollen von anderen Wissenschaftlern <u>untersucht</u> und <u>gefeedbackt</u> , [...]“ (P26-Post) „Man lässt Ergebnisse von anderen <u>kontrollieren</u> [...]“ (P06-Post) „Viele Wissenschaftler <u>lesen</u> sich das Paper alleine durch und <u>üben Kritik</u> an diesem aus [...]“ (P33-Post) Viele Wissenschaftler <u>korrigieren</u> bzw. <u>bestätigen</u> die Methodische Richtigkeit der Studie [...]“ (P33-Pre) „ [...] <u>Urteil fällen</u> “ (P11-Pre) „Hierbei <u>bewerten</u> Wissenschaftler aus dem selben Bereich Artikel von anderen Wissenschaftlern, [...]“ (P07-Post)	5	23
<b>über Artikel entscheiden</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Peer-Review-Verfahrens darauf ein, dass über die Veröffentlichung und Überarbeitung eines wissenschaftlichen Artikels entschieden wird.	„[...] Dann wird entscheiden ob er [Artikel] schon veröffentlicht werden kann oder verbessert werden muss [...]“ (P15-Post)	0	2
<b>Rückmeldung erhalten</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Peer-Review-Verfahrens darauf ein, dass die Autor*innen die Rückmeldung erhalten.	„[...] und das [Feedback] wird den Artikelautoren dann gegeben“ (P05-Post)	0	4
<b>Artikel überarbeiten</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Peer-Review-Verfahrens auf die Überarbeitung des wissenschaftlichen Artikels ein.	„[...] Artikel wird verbessert [...]“ (P14-Post) „[...] 3. Artikel ggf. überarbeiten [...]“ (P16-Post)	0	13
<b>überarbeiteten Artikel einreichen</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Peer-Review-Verfahrens auf die Einreichung des überarbeiteten wissenschaftlichen Artikels ein.	„[...] wird überarbeitet und wieder eingeschendet [...]“ (P08-Post)	0	3
<b>überarbeiteten Artikel prüfen</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Peer-Review-Verfahrens auf die Prüfung des überarbeiteten wissenschaftlichen Artikels ein.	„[...] wird er verbessert und danach nochmal überprüft, bis er veröffentlicht werden kann.“ (P15-Post)	0	2
<b>Artikel veröffentlichen</b>	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung des Peer-Review-Verfahrens auf die Veröffentlichung eines wissenschaftlichen Artikels ein.	„[...] Dann wird dieser [Artikel] von den Autoren noch einmal überarbeitet und kann dann veröffentlicht werden“ (P29-Post)	0	6
<b>keine Ahnung</b>	Die Schüler*innen wissen die Antwort nicht.	„X“	20	3
<b>keine Zeit</b>	Die Schüler*innen hatten keine Zeit mehr, diese Aufgabe zu bearbeiten.	„Z“	3	1
<b>nicht zu klassifizieren</b>	Weitere Aussagen, die keiner der ausgewählten Kategorien zugeordnet werden konnten.	„Eine unabhängige Wissenschaft“ (P04-Pre)	2	0

**Kategorie „Rückmeldung geben“ beim Item 1:**

Antwort	Rückmeldung von Peers/Wissenschaftler*innen aus demselben Fachbereich	Rückmeldung von Wissenschaftler*innen	Rückmeldung geben	keine Angabe
Anzahl: Pre	1	2	2	23
Anzahl: Post	4	7	12	7

**Item 2:** Beschreibe jeweils kurz und gerne in Stichsätzen, ... warum man in der Wissenschaft Peer-Review einsetzt.

Kategorie	Definition	Konkrete Antworten	Anzahl	
			Pre	Post
um eine Rückmeldung zu bekommen	Die Schüler*innen gehen darauf ein, dass Peer-Review in der Wissenschaft dazu eingesetzt wird, um eine Rückmeldung von anderen zu bekommen.	„[...] damit der Autor eine ausführliche Rückmeldung erhält.“ (P12-Post) „Um konstruktive Kritik zu erhalten [...]“ (P04-Post) „Um verschiedene Meinungen und Ansichten zu einem Versuch zu hören.“ (P12-Pre)	3	8
um etwas zu verbessern	Die Schüler*innen gehen darauf ein, dass Peer-Review in der Wissenschaft dazu eingesetzt wird, um etwas zu verbessern (z.B. einen Artikel).	„[...] um den bestmöglichen Artikel zu erhalten“ (P08-Post) „[...] und gibt Rückmeldung an den Artikel, damit dieser verbessert werden kann.“ (P28-Post)	0	9
als Bewertungsverfahren (Artikel, Projekte, Personen)	Die Schüler*innen gehen darauf ein, dass Peer-Review in der Wissenschaft als Verfahren eingesetzt wird, um etwas zu bewerten (z.B. Artikel, Projekte, Personen).	„[...] um Artikel oder auch andere Forschungsergebnisse zu bewerten [...]“ (P35-Post) „Wissenschaftliche Projekte bewerten“ (P19-Post) „Um Wissenschaftler fair zu bewerten“ (P31-Post)	0	3
zur wissenschaftlichen Qualitätssicherung und -kontrolle	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung der Intention von Peer-Review in der Wissenschaft auf die Sicherung, Kontrolle und Prüfung der wissenschaftlichen Qualität ein.	„Um Berichte z.B. auf Richtigkeit, Genauigkeit, Sachlichkeit und Vollständigkeit zu überprüfen“ (P09-Post) „Um mögliche Fehler zu korrigieren.“ (P23-Pre) „Damit nur wissenschaftlich geprüfte Daten und Studien veröffentlicht werden.“ (P33-Pre) „Um die Qualität zu kontrollieren, damit der Artikel überarbeitet bzw. veröffentlicht werden kann.“ (P07-Post) „Um nur wahre und gute Artikel zu veröffentlichen“ (P15-Post) „Man nutzt es um die Richtigkeit von wissenschaftlichen Artikeln zu vergewissern.“ (P29-Post)	3	10
zur Selbststeuerung von Wissenschaft	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung der Intention von Peer-Review in der Wissenschaft auf die Selbststeuerung von Wissenschaft ein.	„Um möglichst sachliches und neutrales Feedback zu geben und damit Wissenschaftler sich selbst kontrollieren können“ (P05-Post)	0	1
zur Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Ressourcenverteilung (Fördermittel, Publikation)	Die Schüler*innen gehen bei der Beschreibung der Intention von Peer-Review in der Wissenschaft auf die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Verteilung von Ressourcen (Fördermittel, Publikation) ein.	„Um Redaktionen zu helfen ob sie einen Artikel veröffentlichen sollten [...]“ (P12-Post) „[...] Verteilung von Förderungen“ (P16-Post)	0	2
keine Ahnung	Die Schüler*innen wissen die Antwort nicht.	„X“	20	4
keine Zeit	Die Schüler*innen hatten keine Zeit mehr, diese Aufgabe zu bearbeiten.	„Z“	3	1
nicht zu klassifizieren	Weitere Aussagen, die keiner der ausgewählten Kategorien zugeordnet werden konnten.	„Man erforscht oft noch unerfahrene Sachen“ (P04-Pre)	2	2

## **M Auswertung weiterer erhobener Daten**

- Auswertung der Laborbücher der Schüler\*innen
- Auswertung der Feedbackbögen
- Auswertung der Beobachtungsbögen
- Auswertung des Feedbacks der Schüler\*innen
- Auswertung des Feedbacks der Lehrer\*innen

## Auswertung der Laborbücher der Schüler\*innen

Bearbeitung der Aufgaben im Laborbuch:

Aufgabe	Kategorie [Anteil in %]	
	bearbeitet	nicht bearbeitet
Aufgabe zu Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens (Aufgabe 1)	79	21
Aufgabe zu Ablauf des Peer-Review-Verfahrens (Aufgabe 2)	76	24
Aufgabe zur Struktur eines wissenschaftlichen Artikels (Aufgabe 3)	79	21
Aufgabe zum wissenschaftlichen Schreibstil (Aufgabe 4)	76	24
Aufgabe zur Feedbackkultur (Aufgabe 1)	93	7
Aufgaben zur Reflexion des Feedbacks (Aufgaben 3 und 4)	80	20

Aufgabe (1) Erläutere die Intention des Peer-Review-Verfahrens.

Kategorie	Anteil in %
um eine Rückmeldung zu bekommen	7
um etwas zu verbessern	10
als Bewertungsverfahren (Artikel, Projekte, Personen)	10
zur wissenschaftlichen Qualitätssicherung und -kontrolle	66
zur Selbststeuerung von Wissenschaft	31
zur Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Ressourcenverteilung (Fördermittel, Publikation)	31
keine Sicherung	21

Hinweis: Die Antworten der Schüler\*innen können jeweils mehrere Aspekte verschiedener Kategorien enthalten.

Aufgabe (2) Beschreibe in eigenen Worten, wie das Peer-Review-Verfahren abläuft.

Kategorie	Anteil in %	Kategorie	Anteil in %
forschen	0	Rückmeldung erhalten	28
Artikel verfassen	59	Artikel überarbeiten	69
Artikel einreichen	55	überarbeiteten Artikel einreichen	41
Rückmeldung geben	59	überarbeiteten Artikel prüfen	0
über Artikel entscheiden	14	Artikel veröffentlichen	59
		keine Sicherung	24

Hinweis: Die Antworten der Schüler\*innen können jeweils mehrere Aspekte verschiedener Kategorien enthalten.

Kategorie	Fließtext	Stichpunkte	Nummerierung	Verwendung von Pfeilen	nicht bearbeitet
Anteil in %	31	10	21	14	24

Kategorie	Rückmeldung von Peers/Wissenschaftler*innen aus demselben Fachbereich	Rückmeldung von Wissenschaftler*innen	Rückmeldung geben	keine Angabe
Anteil in %	38	0	21	41

Aufgabe (3) Liste die strukturellen Bestandteile eines wissenschaftlichen Artikels auf.

Kategorie	Auflistung mit Erläuterung	Auflistung ohne Erläuterung	nicht bearbeitet
Anteil in %	48	31	21

Aufgabe (1) Benenne Eigenschaften eines wertvollen Feedbacks.

Kategorie	Auflistung der vier Aspekte	Auflistung der vier Aspekte mit Erläuterung
Anteil in %	80	43

## Auswertung der Feedbackbögen

Kategorie	Bogen wurde komplett ausgefüllt	überwiegend stichpunktartig	überwiegend Häkchen/ Kreuze oder „ja“/ „nein“	keine Entscheidungsempfehlung
Anteil in %	77	29	71	19

Hinweis: Je Feedbackbogen sind mehrere voneinander unabhängige Aspekte der Art der Bearbeitung möglich.

## Auswertung der Beobachtungsbögen

Kursbeobachtung:

Kategorie	Beobachtungen
zeitlicher Ablauf des Peer-Review-Verfahrens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgaben zu Ablauf und Zielsetzungen des Peer-Review-Verfahrens und Struktur und Schreibstil eines wissenschaftlichen Artikels im Laborbuch: ca. 25 min</li> <li>- Aufgaben zu „Feedback geben“ im Laborbuch:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgabe zur Feedbackkultur im Laborbuch: ca. 5 min</li> <li>- Feedback zu anderem Artikel geben: ca. 20 min</li> </ul> </li> <li>- Einreichung der Feedbackbögen und Verteilung der Feedbackbögen: ca. 5 min</li> <li>- Aufgaben zu „Feedback bekommen“ im Laborbuch:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- über Feedback diskutieren: ca. 25 min</li> <li>- Artikel überarbeiten: ca. 30 min (parallel zu den Interviews mit den Schüler*innen)</li> </ul> </li> </ul> <p>Fazit: Die Zeitplanung der Unterrichtseinheit sowie die Zeitangaben im Laborbuch müssen angepasst werden.</p>
Vergleich mit Beispiellösung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem: Manche Schüler*innen schreiben, um Zeit zu sparen, die Beispiellösung ab.</li> </ul> <p>Fazit: Die „EduChallenge PaN“ muss zeitlich entzerrt werden.</p>
Einreichung der Artikel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem: 3 von 12 Gruppen haben ihren Artikel nicht eingereicht, obwohl sie diesen bereits fertiggestellt hatten.</li> </ul> <p>Fazit: Es sollte mehrmals betont werden, dass die Artikel rechtzeitig eingereicht werden sollten.</p>
Feedbackbögen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem: Da im Laborbuch kein entsprechender Platz vorgesehen war, haben die Schüler*innen die Feedbackbögen zu ihren Artikeln auf den Notizseiten des Laborbuchs eingeklebt.</li> </ul> <p>Fazit: Im Laborbuch sollte Platz für das Einkleben der Feedbackbögen eingeplant werden.</p>

Gruppenbeobachtung:

Kategorie	Beobachtungen
Inwieweit arbeiten die Schüler*innen beim Verfassen des Artikels als Gruppe zusammen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem: Es kann nur eine Person auf dem Tablet schreiben.</li> <li>- Arbeitsaufteilung: eine Person schreibt auf dem Tablet den Artikel während die anderen Personen Input geben und sich an den Hinweisen zum Verfassen eines Artikels auf der Informationsbasis und den im Laborbuch notierten Forschungsergebnissen orientieren.</li> </ul> <p>Fazit: Die Arbeitsgruppen sollten sich eine klare Arbeitsaufteilung überlegen.</p>
Wie gehen die Schüler*innen beim Verfassen des Artikels vor?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem: Die meisten Arbeitsgruppen überlegen sich vor dem Schreiben keine Strategie.</li> <li>- Vorgehen: Schüler*innen schreiben drauf los, wobei sie während des Schreibens ihren Artikel immer wieder überarbeiten.</li> </ul> <p>Fazit: Es wäre bestimmt hilfreich, wenn sich die Arbeitsgruppen vor dem Schreiben eine inhaltliche Struktur überlegen.</p>
Nutzen die Schüler*innen die Hinweise auf der Informationsbasis?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die meisten Schüler*innen orientieren sich an den Hinweisen auf der Informationsbasis.</li> </ul> <p>Fazit: Die Hinweise auf der Informationsbasis sind für die Schüler*innen wertvoll.</p>
Wie kommen die Schüler*innen mit dem Schreiben auf dem Tablet zurecht?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die meisten Schüler*innen kommen mit dem Schreiben auf den Tablet zurecht oder arrangieren sich damit, wobei einige schon Vorerfahrungen haben. Von Vorteil war hierbei eine externe Tastatur für das Tablet.</li> </ul> <p>Fazit: Von Vorteil ist eine externe Tastatur für das Tablet.</p>
Wie kommen die Schüler*innen mit dem Feedbackbogen zurecht?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem: Die Schüler*innen suchen sich zu viele Aspekte auf dem Feedbackbogen aus, zu denen sie Feedback geben.</li> <li>- Die Schüler*innen kommen gut mit dem Feedbackbogen zurecht und finden diesen übersichtlich.</li> <li>- Bei einer Gruppe wird deutlich, dass die Schüler*innen durch die Begutachtungen der Artikel ihrer Mitschüler*innen bereits Verbesserungsvorschläge für ihren eigenen Artikel sammeln: "Wir könnten bei uns auch noch Bilder einfügen." (P23-Gruppe 1-H)</li> </ul> <p>Fazit: Die Aufgabenstellung zum Feedbackbogen sollte deutlicher hervorgehoben werden.</p>
Wie wird das Feedback von den Schüler*innen angenommen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem: Die Schüler*innen können sich aufgrund des häufig oberflächlichen Feedbacks auch nur oberflächlich damit auseinandersetzen.</li> <li>- Bei gutem Feedback war hingegen auch eine reflektierte Auseinandersetzung möglich.</li> </ul> <p>Fazit: Es ist wichtig, dass die Schüler*innen nicht nur oberflächlich Feedback geben.</p>
Überarbeiten die Schüler*innen ihren Artikel?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Schüler*innen überarbeiten alle ihren Artikel.</li> <li>- Problem: Dadurch, dass die Schüler*innen ihren Artikel erst in der nachfolgenden Stunde überarbeitet haben, war es für manche nicht so einfach an das Feedback der anderen Arbeitsgruppen anzuknüpfen.</li> </ul> <p>Fazit: Es wäre von Vorteil, wenn die Schüler*innen direkt im Anschluss an die Feedback-Phase ihren Artikel überarbeiten.</p>

## Auswertung des Feedbacks der Schüler\*innen

Feedback im Post-Test:

Kategorie	Ergebnis	Konkrete Antworten
persönlicher Erfahrungsgewinn	38% der Schüler*innen nehmen für sich persönlich aus der „EduChallenge PaN“ mit, wie wissenschaftliches Arbeiten funktioniert.	„Ich habe generell viel über Wissenschaftliche Arbeit gelernt [...]“ (P07-Post)
	Zwei Schüler*innen nehmen für sich persönlich aus der „EduChallenge PaN“ mit, wie das Peer-Review-Verfahren abläuft.	„Wie zb ein Peer Review Verfahren abläuft.“ (P11-Post)
	Zwei Schüler*innen nehmen für sich persönlich aus der „EduChallenge PaN“ mit, wie man einen wissenschaftlichen Artikel schreibt.	„Wie man einen wissenschaftlichen Artikel schreibt“ (P31-Post)
Verbesserungsvorschläge	33% der Schüler*innen fordern weniger Aufgaben oder mehr Zeit für die Aufgaben	„Weniger Aufgaben“ (P17-Post) „Mehr Zeit“ (P26-Post)

Feedback im Interview:

Kategorie	Ergebnis	Konkrete Antworten
Peer-Review-Verfahren	Drei Schüler*innen aus drei verschiedenen Arbeitsgruppen erwähnen explizit, dass das Peer-Review insgesamt gut funktioniert hat.	„Das [Peer-Review-Verfahren] hat eigentlich gut funktioniert.“ (Gruppe-2-AvH)
	Ein Schüler befürwortete die Idee, das Peer-Review-Verfahren auch im Zusammenhang mit anderen Themen im Physikunterricht anzuwenden.	[Könntet ihr euch vorstellen, dass man das [Peer-Review-Verfahren] auch zu anderen Themen im Physikunterricht macht?] „Also, ich glaub, das käme jetzt aufs Thema an, aber generell finde ich, wär das eine gute Idee.“ (P01-Gruppe-1-AvH)
Informationsbasis	Eine Schülerin erwähnt explizit, dass dadurch, dass der Inhalt zum Peer-Review-Verfahren auf der Informationsbasis in Form eines Textes und nicht, wie sonst überwiegend, in Form eines Videos dargestellt wurde, für sie die Bearbeitung der Aufgaben im Laborbuch einfacher war.	„Sonst vielleicht am Anfang waren relativ viele Videos immer und am Ende war halt auch so ein bisschen Text dann mal drin. Ich fand vom Text her wars tatsächlich einfach das auch anzuwenden dann auf Aufgaben.“ (P13-Gruppe-3-AvH)
Artikel verfassen	Eine Schülerin erwähnt explizit, dass sie das selbstständige Verfassen des Artikels gefallen hat.	„Und ich mochte es auch diesen wissenschaftlichen Artikel dann am Ende selbst verfassen zu können.“ (P28-Gruppe-1-H)
Feedbackbogen	Ein Schüler erwähnt explizit, dass er mit dem Feedbackbogen gut zurecht kam.	[Seid ihr mit dem Feedbackbogen zurecht gekommen?] „Ja.“ (P01-Gruppe-1-AvH)
	Zwei Schüler*innen aus zwei verschiedenen Gruppen erwähnen explizit, dass der Feedbackbogen eine gute Orientierung für das Feedback war.	„Ich mochte es, dass wir [...] ne Liste bekommen haben wo dann drauf stand was gut gelungen ist und was nicht [...] weil ihr da noch so Texte hingeschrieben habt. Das hat sehr geholfen.“ (P31-Gruppe-2-H)
Feedback geben	Ein Schüler erwähnt explizit, dass er die Bewertung anderer Texte als interessant empfand und auf diese Weise neue Einblicke in die Forschung anderer Schüler*innen erhielt.	„Es war auch cool, dass wir auch von anderen jetzt die Texte dann auch selbst korrigieren konnten so. Das heißt, dass wir die selbst bewerten sollten. Das war auch ganz interessant also die mal so zu lesen und dann auch zu sehen wie die anderen das gemacht haben wie die anderen da dran gegangen sind und so.“ (P35-Gruppe-2-H)
Feedback bekommen	Eine Schülerin erwähnt explizit, dass sie das Feedback anderer Schüler*innen als bereichernd empfand.	„Aber sonst war eigentlich mal ganz schön auch so eine andere Meinung mitgeteilt zu bekommen.“ (P13-Gruppe-3-AvH)
	Ein Schüler erwähnt explizit, dass er auf der Basis des Feedbacks den Artikel verbessern kann.	„Also ich denke schon, dass wir dadurch auf jeden Fall Fehler sehen und dann eben den Artikel verbessern können.“ (P11-Gruppe-5-AvH)



Feedback bekommen	Eine Schülerin erwähnt explizit, dass sie das Feedback ihrer Mitschüler*innen nicht immer verständlich war.	„[...] und auch nicht irgendwie immer ganz verstanden, was die Leute damit gemeint haben.“ (P13-Gruppe-3-AvH)
	Eine Schülerin erwähnt explizit, dass sie nur halb ausgefüllte Feedbackbögen erhalten hat.	„[...] also beim Feedback fand ich es irgendwie ein bisschen problematisch, weil irgendwie hatten wir dann nur halb ausgefüllte Feedbackblätter zurück bekommen [...]“ (P13-Gruppe-3-AvH)
	Ein Schüler erwähnt explizit, dass viele Mitschüler*innen auf dem Feedbackbogen nur oberflächliches Feedback in Form von Kreuzchen oder Häkchen gegeben haben.	„[...] viele haben halt einfach nur ein X oder einen Haken halt gemacht für die einzelnen Punkte, aber wenig gute Verbesserungsvorschläge, so dass man auch ganz genau weiß, was man da machen soll.“ (P05-Gruppe-7-AvH)
Vergleich mit Beispiellösungen	Zwei Schüler*innen aus zwei verschiedener Gruppen erwähnen explizit, dass sie mit den Beispiellösungen die Möglichkeit hatten, ihre Lösungen in Ruhe zu kontrollieren	„Also ich fand es hat eigentlich so gereicht, weil dann konnte man als Gruppe das nochmal selber durchgehen.“ (P13-Gruppe-3-AvH)
		„Das war eigentlich auch ganz gut, weil die Beispiellösung hat das nochmal gut gezeigt falls man Sachen nicht genau wusste das man da dann nochmal draufschauen konnte und gemerkt hat okay ja das habe ich jetzt falsch oder da könnte ich das noch mit hinzufügen oder so weiter.“ (P35-Gruppe-2-H)
Sicherung im Plenum	Mehrere Schüler*innen erwähnen explizit, dass für sie eine Sicherung im Plenum gut gewesen wäre.	„Vielleicht wären manche Dinge am Ende klarer gewesen, wenn man mehr mal gemeinsam besprochen hätte und dazu erklärt hätte.“ (P12-Gruppe-5-AvH)
		„Also ich würde sagen, ich finde es halt persönlich besser, wenn man Sachen so an der Tafel erklärt, halt mit der ganzen Klasse im Plenum und deswegen fand ich das halt mit dem sich selbst was durchlesen und das Verstehen ein bisschen was schwerer.“ (P05-Gruppe-7-AvH)
		„Und vielleicht auch was ich mir gewünscht hätte so jetzt als Klasse zusammen oder als Kurs äh, dass man einfach vielleicht am Anfang der Stunde so eine kleine Sicherung macht von den Sachen, die man sich erarbeitet hat.“ (P17-Gruppe-6-AvH)
Zeitplanung	Fünf Schüler*innen aus verschiedenen Gruppen erwähnen explizit, dass die Zeitplanung der „EduChallenge PaN“ zu knapp gewählt war.	„War von der Zeit her knapp und stressig [...]“ (P13-Gruppe 3-AvH)
Laborbuch	Zwei Schüler*innen aus zwei verschiedenen Gruppen erwähnten explizit, dass das das Konzept des Laborbuch eine gute Idee war.	„Das ist viel übersichtlicher als Arbeitsblätter auf jeden Fall.“ (P34-Gruppe-2-H)
Arbeitsform	Zwei Schüler*innen aus zwei verschiedener Gruppen erwähnen explizit, dass sie das Konzept der „EduChallenge PaN“ sowie die Arbeitsform als abwechslungsreich empfunden haben.	„War ein bisschen besser als normaler Unterricht finde ich weil man äh eine Struktur hatte was man machen muss und wenn man mal was nicht sofort fertig bekommen hat oder so konnte man noch nächste Stunde weitermachen damit oder so.“ (P35-Gruppe-2-H)
		„Also ich fand auch die Art wie man gearbeitet hat sehr positiv auch jetzt im Vergleich zum normalen Unterricht wirklich sehr abwechslungsreich und hat auch wirklichen einen Mehrwert gehabt das zu machen. Ich fand das wirklich sehr positiv.“ (P17-Gruppe-6-AvH)

## Auswertung des Feedbacks der Lehrer\*innen

Kategorie	Ergebnis	Konkrete Antworten
Peer-Review-Verfahren	Eine Lehrerin erwähnt explizit, dass das Peer-Review-Verfahren eine gute Möglichkeit für die Schüler*innen war, um wichtige Kompetenzen, wie das gegenseitige Korrigieren und das Schreiben eines wissenschaftlichen Artikels zu erwerben.	„Toller Kompetenzerwerb, der hier stattgefunden hat → Paradebeispiel für 21st century skills/Deep Learning; hat sehr gut mit dem Kurs funktioniert! [...] generell dieses sich gegenseitig korrigieren, ist was, finde ich, was sehr fruchtbar ist irgendwie so als Methode [...] wichtige Kompetenzen abgedeckt (v.a. Artikel schreiben, Peer-Review, Selbstständigkeit)“ (Lehrerin-H)
	Eine Lehrerin erwähnt explizit, dass sie die Art und Weise, wie das Peer-Review-Verfahren gestaltet wurde, sehr anschaulich und motivierend fand.	„Sehr sympathisch, wie ihr das Setting aufgezogen habt („Artikel einreichen an redaktion@uni-bonn.de etc.) → sehr motivierend!“ (Lehrerin-H)
	Eine Lehrerin erwähnt explizit, dass für sie das Peer-Review-Verfahren das „Herzstück des Projekts“ war.	„Das war für mich das Herzstück des Projekts!“ (Lehrerin-H)
	Eine Lehrerin erwähnt explizit, dass die Abbildung der Einreichung des Artikels auf der Informationsbasis motivierend war und hierbei die Schüler*innen auch selbst in die Verantwortung genommen werden.	„Insbesondere Abbildung der Einreichung eines Artikels sehr motivierend, alle SuS werden dadurch auch in die Verantwortung genommen → hohe SuSaktivierung/Selbstwirksamkeit/individuelle Lernprozesse etc.“ (Lehrerin-H)
	Eine Lehrerin erwähnt explizit, dass sie sich vorstellen kann, das Peer-Review-Verfahren auch im Zusammenhang mit einem anderen Thema in den Unterricht einzubauen, wenn dazu einleitend beschrieben wird, warum man dieses Verfahren in der Wissenschaft einsetzt.	„[...] das [Peer-Review-Verfahren] würde ich aber nicht losgelöst machen. Dafür ist es zu fachuntypisch. Also dann würde ich schon auch erklären, warum man das in der Wissenschaft so, also das heißt, dem muss was vorweg gehen, also irgendwie, das würde ich jetzt nicht einfach so einbauen [...] ich finde aber also genau, weil ich das so toll fand, kann ich mir das durchaus vorstellen. Ich kann jetzt nur noch nicht konkret sagen, wie und wo, aber ich finde das ist auf jeden Fall ne Kompetenz, die wichtig ist und die bestimmt auch zu kurz kommt.“ (Lehrerin-H)
Zeit	Eine Lehrerin erwähnt explizit, dass die „EduChallenge PaN“ etwas zu viele Inhalte umfasst hat und daher eine didaktische Reduktion dieser sinnvoll wäre.	„Inhalte etwas zu viel → didaktische Reduktion“ (Lehrerin-H)
Arbeitsform	Eine Lehrerin erwähnt explizit, dass sie die freie Arbeitsform in Kleingruppen gut fand.	„Kleingruppen und sehr freie Arbeit → gut!“ (Lehrerin-H)
	Beide Lehrerinnen erwähnen explizit, dass sie die Kombination aus dem Laborbuch und der Informationsbasis sehr gut fanden. Für die eine Lehrerin stellt diese eine sehr gut strukturierte Lernumgebung dar und die andere Lehrerin fand die Verknüpfung zwischen dem Laborbuch und der Informationsbasis über die QR-Codes gelungen.	„[...] ich fand auch das gerade total großartig [...] auch total übersichtlich quasi ein Heft zu haben und ne Website. Also irgendwie quasi klarer strukturiert geht's ja eigentlich nicht [...] Das fand ich auch so toll daran [...] das war ja ganz am Anfang, wie die sich gefreut haben teilweise über dieses Büchlein. Das ist einfach per se motivierend irgendwie das in so ein extra Buch zu schreiben, was irgendwie auch noch hübsch ausgedruckt ist oder eben von mir aus auch digital das ist letztlich dasselbe und diese Website, die ja auch wie beim letzten Mal auch einfach übersichtlich gestaltet ist, die irgendwie extra dafür gemacht ist auch das ist ja extrem viel Wertschätzung ne so diesem Lernprozess gegenüber. Ich finde das super.“ (Lehrerin-H)
		„[...] es ist so gut aufbereitet, also sensationell gut aufbereitet das Laborbuch, das immer auch mit dem QR-Code diese Verbindung wieder da war. Jetzt gucke ich wieder ins iPad rein, Video an, ich muss jetzt genau da hin mein Ergebnis oder meine Erkenntnisse schreiben. Diese Kombination fand ich sensationell gut. Und sie haben jetzt hinterher auch was in der Hand, was sie mitnehmen können.“ (Lehrerin-AvH)

Arbeitsform	Beide Lehrerinnen erwähnen explizit, dass mehr Plenumsphasen eingebaut werden müssen, in denen die Hausaufgaben besprochen und Inhalte im Plenum zwischen gesichert werden.	<p>„Zwischensicherungen kommen zu kurz (im Hinblick auf Einsatz im „normalen“ Unterricht): Hausaufgaben mehr besprechen, SuS ohne HA nicht das Gefühl geben, dass das nicht bemerkt wird. Wichtig für Sicherung des Lernerfolgs aller SuS. → kurze Plenumsphasen zwischendurch ggf. hilfreich für Überprüfung der sonstigen Mitarbeit. Kontrolle mit den Beispiellösungen wurde nicht von allen gemacht – Vorsicht!“ (Lehrerin-H)</p> <p>„Ich für mich muss da jetzt sagen, ich fühle mich jetzt wohl, wenn ich [...] im Plenum nochmal Sachen besprochen habe, um so ein Gefühl zu haben, ist wirklich alles da [...] ja ich finde das gut mit so einer Beispiellösung, dass die selbst wirklich selbstständig arbeiten können und vor allem auch in ihrem Tempo, also dass sie doch ein bisschen freier sind in ihrem Arbeitstempo.“ (Lehrerin-AvH)</p>
-------------	---	---