

MASTERARBEIT

**zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Education (M. Ed.)**

Argument-Driven Inquiry und Scaffolding

eingereicht von:

Stephen Mayer

geboren am



Gutachten von:

Prof. Dr. Burkhard Priemer

Dr. Maria Große

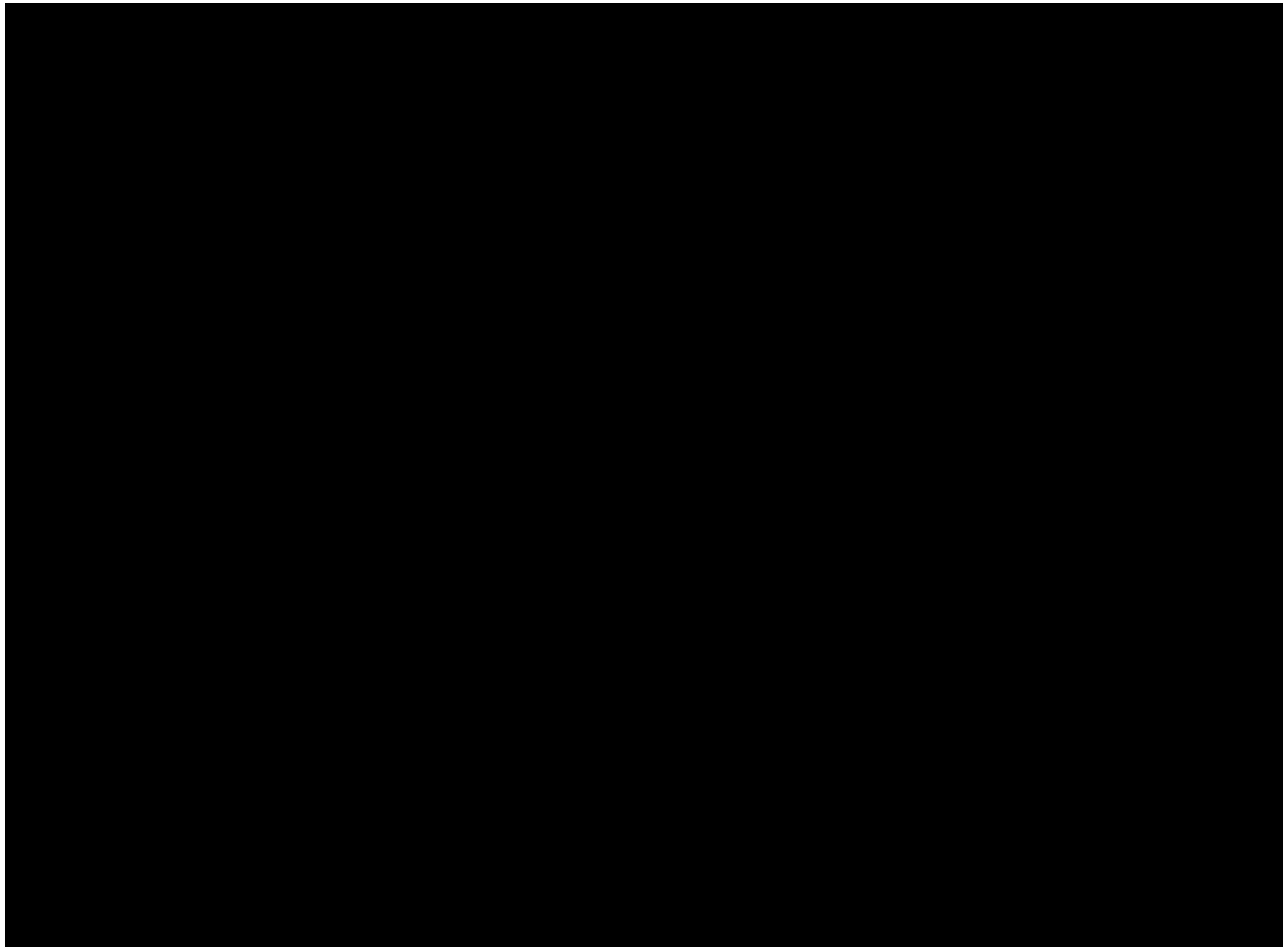
Eingereicht am Institut für Physik der Humboldt-Universität zu
Berlin am: 6. September 2019

Zusammenfassung

Um im Physikunterricht sinnvoll und qualitativ hochwertig argumentieren zu können, bedarf es sowohl fachlicher als auch sprachlicher Kompetenzen. Diese Kompetenzen müssen im Laufe der Schulbildung mit didaktischer Unterstützung erworben werden.

In dieser Arbeit werden theoretische Rahmen für die Unterstützung der fachlichen und sprachlichen Kompetenzen vorgestellt. In diesen Rahmen wird eine Methode entwickelt, die sprachliche und fachliche Unterstützung miteinander verknüpft. Dazu wurde ein didaktisch reduziertes Strukturschema von Argumenten entwickelt, verschiedene Hilfslisten zu Satzbausteinen, Formalien sowie Qualitätskriterien entworfen und Unterrichtspläne des Argument-Driven Inquiry sowie des generischen Lernens miteinander verflochten. Zur Anwendung der Methode am Beispiel des Fadenpendels wurden verschiedene Hilfekarten zu Fachbegriffen und Experimentiermaterialien erstellt.

Danksagung



Inhalt

Tabellen	ix
Abbildungen	xi
Abkürzungen	xiii
1. Einleitung	1
2. Theoretische Grundlagen zum Argumentieren im Physikunterricht	3
2.1. Relevanz des Argumentierens im Physikunterricht	3
2.2. Das Toulmin-Strukturschema	4
2.3. Argument-Driven Inquiry	6
2.3.1. Der Unterrichtsplans des Argument-Driven Inquiry	6
2.3.2. Das Strukturschema des Argument-Driven Inquiry	9
2.4. Vergleich der beiden Argumentschemata	11
2.5. Didaktische Reduktion der Strukturschemata	12
2.5.1. Das didaktisch reduzierte Strukturschema	12
2.5.2. Begründung des didaktisch reduzierten Strukturschemas	14
2.5.3. Anwendung des didaktisch reduzierten Strukturschemas	16
3. Theoretische Grundlagen der Sprachbildung	19
3.1. Bedeutung von Sprachbildung im Fachunterricht	19
3.1.1. Sprachhandlungen in der Schule	19
3.1.2. Ebenen der Sprachbildung	20
3.2. Argumentieren in der Sprachbildung	21
3.2.1. Verortung des Argumentierens	21
3.2.2. Relevante Forschungsergebnisse	22
3.3. Scaffolding	23
3.3.1. Macro-Scaffolding und Micro-Scaffolding	24
3.3.2. Generisches Lernen	25
4. Methode	29
4.1. Entwicklungsziel	29
4.2. Entwicklung der Methode	30
4.2.1. Generisches Lernen und der Unterrichtsplan des Argument-Driven Inquiry	30
4.2.2. Scaffolds und der Unterrichtsplan des Argument-Driven Inquiry	34

5. Explizite Anwendung am Beispiel des Fadenpendels	41
5.1. Einführung ins Themenfeld und Scaffolds für beide Versionen	42
5.1.1. Scaffolds zu Experimentiermaterialien	42
5.1.2. Scaffolds zu Fachbegriffen	43
5.1.3. Scaffolds zu Kollokationen	47
5.2. Vorgehen in der Phase der gemeinsamen Gestaltung	48
5.3. Vorgehen in der Phase der individuellen Gestaltung	50
5.4. Ergebnisse	51
6. Fazit	53
A. Messwerte	57
A.1. Messwerte Temperatur in einem Pullover	57
A.2. Messwerte Einfluss der Masse auf die Periodendauer beim Fadenpendel .	58
B. Modell zur Beschreibung von Schulsprache im Fachunterricht	59
C. Erklärung zum Gendern	61
Literatur	63

Tabellen

2.1. Qualitätsmerkmale eines Arguments	16
4.1. Übersicht des Unterrichtsplans der Verbindung des generischen Lernens und des Argument-Driven Inquiry	32
4.2. Formalien im Versuchsbericht	38
4.3. Satzbausteine für den Versuchsbericht	39
A.1. Messwerte des Experiments <i>Temperatur im Pullover</i>	57
A.2. Messwerte des Experiments <i>Einfluss der Masse auf die Periodendauer beim Fadenpendel</i>	58

Abbildungen

2.1. Toulmin-Strukturschema eines Arguments	5
2.2. Strukturschema des Argument-Driven Inquiry eines Arguments	10
2.3. Vergleich der Kernelemente des Toulmin-Strukturschemas und der Elemente des Strukturschemas des Argument-Driven Inquiry	12
2.4. Didaktisch reduziertes Strukturschema eines Arguments	13
3.1. Phasen des Unterrichtsplans des generischen Lernens	27
5.1. Hilfekarte Stoppuhr	43
5.2. Hilfekarte Massestück	43
5.3. Skizze des Fadenpendels	44
5.4. Skizze des Federpendels	44
5.5. Hilfekarte Masse	45
5.6. Hilfekarte Pendellänge	45
5.7. Hilfekarte Ruhelage	45
5.8. Hilfekarte Umkehrpunkt	45
5.9. Hilfekarte Auslenkung	46
5.10. Hilfekarte Amplitude	46
5.11. Hilfekarte Periode	46
5.12. Hilfekarte Frequenz	46
5.13. Hilfekarte Federkonstante	47
5.14. Hilfekarte Rückstellkraft	47
B.1. Modell zur Beschreibung von Schulsprache im Fachunterricht	60

Abkürzungen

ADI Argument-Driven Inquiry

PRG/TSR peer-review guide and teacher scoring rubric

ZPD zone of proximal development

1. Einleitung

Argumentieren ist in der heutigen Zeit eine bedeutsame Kompetenz. Der Bedarf an Argumentationskompetenz ist quasi in allen Berufs-, Bevölkerungs- und Altersgruppen der Gesellschaft vorhanden. Arbeitnehmer* müssen ihre Vorgesetzten argumentativ von einer Gehaltserhöhung überzeugen, dem eigenen Freundeskreis muss die Wahl des Restaurants gerechtfertigt werden und zudem finden politische Ansätze oder Positionen ohne argumentative Kompetenz der Verfechter keine weiteren Befürworter.

Argumentationskompetenz ist jedoch nicht nur wichtig, um andere zu überzeugen, sondern auch um die Aussagen anderer bewerten zu können. Hierfür können die eben aufgezählten Beispiele einfach aus der anderen Perspektive betrachtet werden. Ein wichtiges Kriterium sind hier legitime logische Schlüsse oder Behauptungen, die auf objektiven Daten und Fakten beruhen.

Aktuelle Schlagwörter wie „Fake News“, „Alternative Facts“ oder „Lügenpresse“ machen allerdings deutlich, dass diese logischen Schlüsse an Bedeutung in der Gesellschaft verlieren und es somit ein Ziel der Schulbildung sein muss, die Schüler zu mündigen Bürgern zu erziehen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Schüler darin bestärkt werden, Aussagen und Behauptungen zu hinterfragen und zu bewerten.

Jedoch werden an der Schule in weiten Bereichen meistens nur Fakten gelernt ohne diese zu hinterfragen. Aber genau dieses Hinterfragen ist notwendig für die Entwicklung der Argumentationskompetenz, denn es ist nicht nur wichtig zu wissen, *was* geglaubt werden soll, sondern auch *warum* (vgl. Osborne u. a., 2001, S. 64). Um die Fähigkeiten im Argumentieren der Schüler verbessern können, sind vor allem die Naturwissenschaften

* In dieser Arbeit wird mithilfe des *generischen Neutrums* gegendert. Eine Erklärung und Begründung dazu ist im Anhang C auf S. 61 zu finden.

1. Einleitung

geeignet, da die Hypothesen oder Behauptungen hier klar und quantitativ formuliert werden können. Dabei können zum Teil sogar mathematische Formeln genutzt werden.

Trotz dieser mathematisch-naturwissenschaftlichen Fokussierung müssen Argumente sprachlich formuliert werden. Ebendieses Formulieren kann allerdings ein großes Problem beim Argumentieren für Schüler mit geringer Sprachkompetenz darstellen. Fachliche und argumentative Kompetenzen können nicht entwickelt werden, wenn die Schüler nicht in der Lage sind, ein Argument zu formulieren. An dieser Stelle setzt diese Arbeit an und versucht Schüler dazu zu befähigen, trotz sprachlicher Probleme gute Argumente zu verfassen.

2. Theoretische Grundlagen zum Argumentieren im Physikunterricht

2.1. Relevanz des Argumentierens im Physikunterricht

Das Argumentieren im Physikunterricht bietet Schülern die Möglichkeit naturwissenschaftliche Praktiken und Kompetenzen im Kommunizieren zu erwerben (vgl. Jiménez-Aleixandre und Erduran, 2007). Demnach spricht naturwissenschaftliches Argumentieren mehrere Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz an, die vor allem in den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung und Kommunikation liegen (vgl. Kultusministerkonferenz, 2004).

Es sollte jedoch nicht das einzige Ziel des Physikunterrichts sein, die Kompetenzen der Schüler in Erkenntnisgewinnung und Kommunikation zu erhöhen, sondern auch deren argumentative Kompetenzen. Diese argumentativen Kompetenzen lassen sich in die drei Bereiche *Sprachlogisch*, *Sozial* und *Inhaltlich* einteilen, die teilweise noch weiter ausdifferenziert werden können (vgl. Gromadecki, 2009, S. 102). Um die Argumentationskompetenzen der Schüler zu erhöhen, ist es einerseits notwendig Situationen im Unterricht zu schaffen und anzubieten, in denen die Schüler argumentieren können, und andererseits Unterstützung zum Argumentieren für die Schüler bereitzustellen. Die Theorien, auf denen die Unterstützung beruhen kann, sind sehr vielfältig und unterscheiden sich in den betrachteten Bereichen der argumentativen Kompetenzen.

In dieser Arbeit wird der Fokus auf einem Teilbereich der sprachlogischen Kompetenzen, nämlich der Struktur der Argumente, liegen, denn diese kann weitestgehend

kontextunabhängig gelehrt und bewertet werden. Um den Gegenstand der Arbeit jedoch greifbarer zu machen und das weite Feld der Argumentstruktur zu verfeinern, wird hauptsächlich das Argumentieren mit Daten betrachtet. Beim Argumentieren mit Daten spielt insbesondere die Betrachtung von Messunsicherheiten eine Rolle, die sich in die inhaltlichen Kompetenzen einordnen lässt (vgl. Gromadecki, 2009, S. 102).

2.2. Das Toulmin-Strukturschema

Wird die Struktur von Argumenten betrachtet, geschieht dies meist über das *Toulmin-Strukturschema* (vgl. Gromadecki, 2009, S. 102). Dieses Schema umfasst die sechs Elemente *claim*, *data*, *warrants*, *qualifier*, *rebuttal* sowie *backing* (vgl. Toulmin, 2003, S. 89 ff.). Die Beziehung dieser sechs Elemente zueinander ist in Abbildung 2.1 auf S. 5 dargestellt.

Als *claim* ist die Behauptung und Kernaussage des Arguments zu verstehen. *Data* bezeichnet im Toulmin-Strukturschema Daten oder Fakten, die als Begründung des *claim* dienen. Als *warrants* oder Schlussregeln werden Regeln oder Prinzipien bezeichnet, die den logischen Schritt von den Daten zur Behauptung legitimieren. Hier ist es wichtig zu beachten, dass *warrants* keine neuen Daten oder Fakten enthalten (vgl. Toulmin, 2003, S. 90 f.).

Beispiel 2.1. Astrid ist zu schnell gefahren und wurde geblitzt. Da für Geschwindigkeitsübertretungen Bußgelder fällig werden, muss Astrid ein Bußgeld zahlen.

In Beispiel 2.1 lässt sich der erste Satz zu *data* zählen. Der Nebensatz des zweiten Satzes entspricht den *warrants* und der Hauptsatz stellt das *claim* dar (vgl. Toulmin, 2003, S. 92).

Ein *qualifier* gibt an, wie verlässlich der logische Schluss ist, der in diesem Argument getroffen wird. So kann zwischen sicher korrekten Schlüssen wie in Beispiel 2.1 und wahrscheinlich korrekten Schlüssen wie in Beispiel 2.2 unterscheiden werden (vgl. Toulmin, 2003, S. 93 f.).

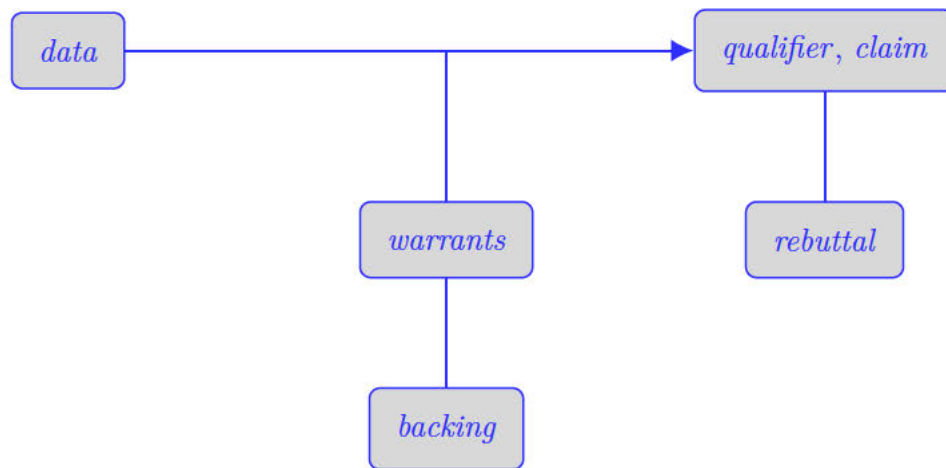


Abb. 2.1.: Das Toulmin-Strukturschema eines Arguments (Abbildung entnommen aus Toulmin, 2003, S. 97)

Beispiel 2.2. Das Baby wurde im Jahr 2017 geboren, folglich wird es das erste Lebensjahr *wahrscheinlich* überleben.

Das Wort *wahrscheinlich* stellt hier den *qualifier* dar. *Rebuttal* lässt sich am besten mit Einschränkung übersetzen und bezeichnet Tatsachen, die den logischen Schluss von den Daten zur Behauptung verhindern (vgl. Toulmin, 2003, S. 93 f.). Zu Beispiel 2.1 lässt sich eine Einschränkung wie folgt hinzufügen:

Beispiel 2.3. Astrid ist zu schnell gefahren und wurde geblitzt. Da für Geschwindigkeitsübertretungen Bußgelder fällig werden, muss Astrid ein Bußgeld zahlen. Es sei denn, Astrid ist einen Krankenwagen im Einsatz gefahren.

Eine Unterstützung der Schlussregel oder *backing* kann angefügt werden, um Zweifel an der Glaubwürdigkeit der *warrants* zu zerstreuen. Dafür können Gesetze, anerkannte Theorien oder Definitionen herangezogen werden (vgl. Toulmin, 2003, S. 95 ff.). Für die *warrants* in Beispiel 2.1 lässt sich als *backing* die Straßenverkehrsordnung angeben.

2.3. Argument-Driven Inquiry

Als Argument-Driven Inquiry (ADI) wird ein Unterrichtskonzept aus den USA bezeichnet, das den Schülern während des Experimentierens Anlass zum Argumentieren bietet und deren Kompetenz darin fördern soll. Die grundlegende Idee ist ein Acht-Punkte-Plan, der „Argument-Driven Inquiry Instructional Model“ (Sampson u. a., 2017, S. 3) genannt wird, und an dem sich Lehrer orientieren können, um eine Unterrichtreihe zu planen. Der Acht-Punkte-Plan wird in dieser Arbeit als *Unterrichtsplan des Argument-Driven Inquiry* bezeichnet.

2.3.1. Der Unterrichtsplans des Argument-Driven Inquiry

Schritt 1: Bestimmen der Aufgabe und der Forschungsfrage

Der Anfang des ADI besteht darin, dass der Lehrer das grobe Thema der gesamten Untersuchung bzw. ein zu untersuchendes Phänomen bestimmt und der Klasse eine Forschungsfrage vorschlägt. In diesem Schritt ist es wichtig, die Motivation und das Interesse der Schüler zu wecken sowie ihnen einen Grund zur Durchführung der Untersuchung zu geben. An dieser Stelle sollte auch ein „tool talk“ (Sampson u. a., 2017, S. 4) gehalten werden, in dem die Funktionsweise und korrekte Benutzung der verschiedenen Geräte und Materialien erklärt wird, die für diese spezielle Untersuchung benötigt werden. Zum Abschluss dieser Phase werden Kleingruppen von drei bis vier den Schülern gebildet (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 3 ff.).

Schritt 2: Eine Methode entwickeln und Daten erfassen

In dieser Phase entwickeln die Kleingruppen jeweils eigenständig eine Methode zur Messwertaufnahme. Das Vorgehen in dieser Phase hängt stark davon ab, ob die Schüler in dieser Untersuchung selbst Daten aufnehmen oder einen Datensatz zur Analyse erhalten. Bei der selbstständigen Aufnahme von Daten müssen die Schüler planen, welche Daten erfasst werden sollten und wie dies zu realisieren ist (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 5). Sollten die Schüler Schwierigkeiten beim Entwickeln ihrer Methode haben, können sie

ein „investigation proposal“ (Sampson u. a., 2017, S. 5) ausfüllen, das einen Leitfaden für das Vorgehen beim Experimentieren liefert. Dieser Leitfaden gibt den Schülern einzelne abzuarbeitende Schritte vor, an denen sie sich beim Experimentieren orientieren können und in denen sie ihre Messwerte, Entscheidungen und Schlüsse notieren können (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 533 ff.).

Schritt 3: Erarbeiten eines ersten Arguments

Der nächste Abschnitt hat das Ziel ein wissenschaftliches Argument im Sinne des ADI zu entwickeln. Wie ein Argument im ADI aufgebaut ist, wird in Abschnitt 2.3.2 auf S. 9 erklärt. Um ihr Argument zu erstellen, müssen die Schüler zuerst ihre Messungen und Beobachtungen analysieren. Haben die Gruppen ein Argument gefunden, bereiten sie es für die Präsentation im nächsten Schritt vor (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 5).

Schritt 4: Präsentation der Argumente

In dieser Phase treten die einzelnen Gruppen miteinander in Austausch. Es gilt das eigene Argument den anderen Gruppen zu präsentieren und zu verteidigen. Dies kann in einem „gallery walk“ (Sampson u. a., 2017, S. 11) geschehen, bei der ein oder zwei Schüler ihr Argument präsentieren, während die anderen Gruppenmitglieder sich die Argumente der anderen Gruppen anhören und Feedback geben. Am Ende dieser Phase treffen sich alle Mitglieder einer Gruppe und reflektieren über die neuen Informationen aus der Präsentation und dem Feedback des eigenen Arguments sowie den Diskussionen in den anderen Gruppen. Es ist durchaus möglich an diesem Punkt das Argument zu überarbeiten oder sogar neue Messwerte aufzunehmen (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 9 ff.).

Schritt 5: Explizite und reflektierende Diskussion

Der fünfte Schritt ist eine Diskussion im Klassenverband, in der die Schüler darüber nachdenken sollen, was sie durch das Experiment gelernt/erfahren haben und wieso die gewonnenen Erkenntnisse legitim sind. Zunächst sollte die Diskussion die beim Experimentieren benutzten *disciplinary core ideas* und *crosscutting concepts* der *Next Gene-*

ration Science Standards behandeln. Disciplinary core ideas (vgl. Sampson u. a., 2017, S. xii) sind zentrale Themenfelder eines Faches, die mit den Basiskonzepten der Bildungsstandards (vgl. Kultusministerkonferenz, 2004, S. 8 f.) vergleichbar sind. Crosscutting concepts (vgl. Sampson u. a., 2017, S. xii) sind fachübergreifende Praktiken oder Ansätze der Naturwissenschaften, die einen Teilbereich der *Nature of Science* Konzepte abdecken. Anschließend kann darüber diskutiert werden, wie die Schüler in Zukunft ihre Untersuchungen verbessern können und zum Schluss können *Nature of Science* Konzepte thematisiert werden (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 12 ff.).

Schritt 6: Schreiben des Berichts

In dieser Phase schreiben alle Schüler einen eigenen Bericht zum Experiment, in dem sie das in der Gruppe entwickelte Argument verwenden. Der Fokus sollte dabei auf den drei grundlegenden Fragen

- Welche Frage wolltet ihr beantworten und warum?
- Was habt ihr getan, um eure Frage zu beantworten und warum?
- Was ist euer Argument?

liegen (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 14 f.).

Schritt 7: Double-Blind Peer-Review

Die fertigen Berichte werden in diesem Schritt von neu gebildeten Kleingruppen von drei Schülern gegengelesen. Die Schüler beurteilen den Bericht anhand des „peer-review guide and teacher scoring rubric (PRG/TSR)“ (Sampson u. a., 2017, S. 15) und geben Feedback (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 15 f.).

Schritt 8: Überarbeiten und Abgabe des Berichts

Zum Abschluss des ADI erhalten alle Schüler ihre Berichte mit den Anmerkungen aus der vorigen Phase zurück und sollen es gegebenenfalls verbessern. Dazu muss angegeben

werden, wie die Kritik am Bericht umgesetzt wurde. Die neue Version des Berichts wird anschließend zusammen mit dem ausgefüllten PRG/TSR und der ersten Fassung abgegeben (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 16 f.).

2.3.2. Das Strukturschema des Argument-Driven Inquiry

Im Unterrichtskonzept des ADI ist nicht nur der Unterrichtsplan, sondern auch ein Strukturschema eines Arguments enthalten. Im ADI besteht ein Argument aus drei Bestandteilen (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 6 f.).

Claim bezeichnet die Behauptung des Arguments, die die Antwort auf die Forschungsfrage liefert.

Evidence beschreibt die der Behauptung zugrunde liegenden Daten, die die Schüler während des Experiments gesammelt und aufbereitet haben.

Justification of the evidence meint die Begründung, warum die betrachteten Daten relevant sind, um die Forschungsfrage zu beantworten.

In Abbildung 2.2 auf S. 10 ist zu erkennen, wie diese drei Elemente zueinander in Beziehung stehen. Ein Beispiel für ein Argument im Strukturschema des ADI ist Beispiel 2.4 dargestellt.

Beispiel 2.4.

Claim Die einzige Variable, die die Periodendauer des Pendels beeinflusst ist die Pendellänge. Die Masse und der Auslenkungswinkel beeinflussen die Periodendauer des Pendels nicht (Sampson u. a., 2017, S. 6, Übersetzung durch Autor).

Evidence Als wir die Masse verändert haben und die Länge des Fadens und den Auslenkungswinkel konstant gehalten haben, betrug die Periodendauer des Pendels jeweils ungefähr 1,5 s.

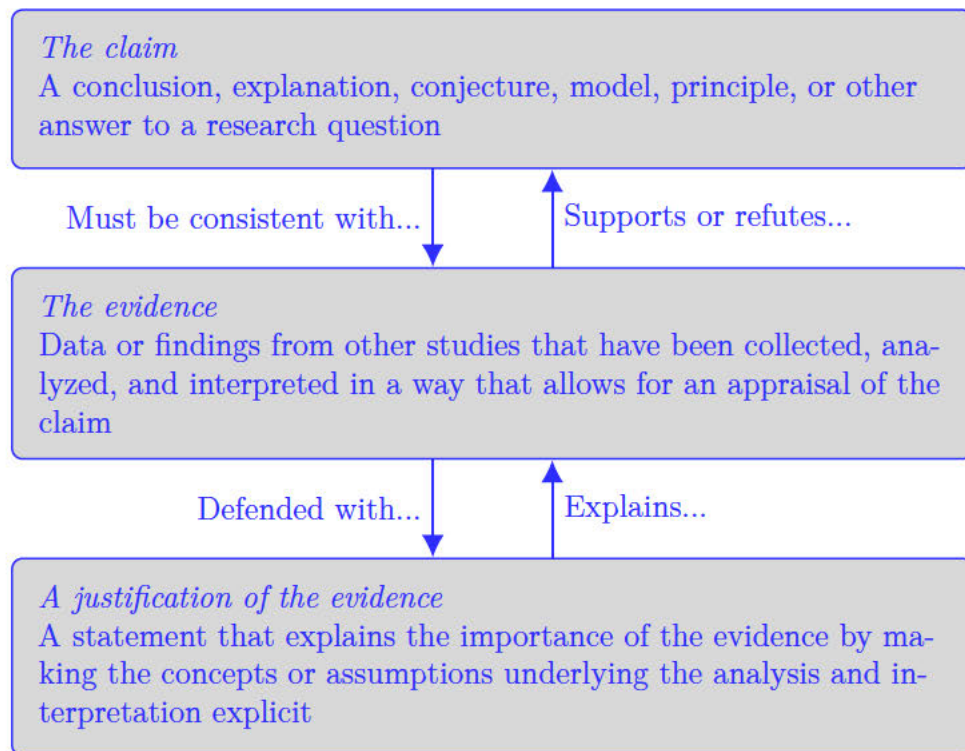


Abb. 2.2.: Ein wissenschaftliches Argument im Strukturschema des Argument-Driven Inquiry (Abbildung entnommen aus Sampson u. a., 2017, S. 6)

Dann haben wir den Auslenkungswinkel von 5° zu 15° geändert (und die Fadenlänge und die Masse konstant gehalten), und die Periodendauer betrug wieder um die 1,5 s.

Zum Schluss haben wir die Länge des Fadens verändert und haben die Masse und den Auslenkungswinkel konstant gehalten. Während sich die Fadenlänge von 0,5 m zu 1,5 m veränderte, hat sich die Periodendauer von 1,5 s zu 2,5 m geändert. Als Ergebnis war also die Fadenlänge der einzige Faktor, der eine aussagekräftige Änderung der Periodendauer des Pendels bewirkte (Sampson u. a., 2017, S. 7, Übersetzung durch Autor).

Justification of the evidence Unsere Evidenz basiert auf vier wichtigen Annahmen.

Erstens ist die Periodendauer des Pendels als die Zeit definiert, die das Massestück benötigt, um von einem Umkehrpunkt zum gegenüberliegenden Umkehrpunkt und wieder zurück zu wandern. Zweitens gibt es nur zwei Kräfte, die auf

das Massestück wirken. Die Gravitationskraft wirkt nach unten und die Spannkraft des Fadens wirkt nach oben. Wir können den Luftwiderstand ignorieren, weil sein Effekt kleiner als die Unsicherheiten unserer Messungen sind. Drittens beschleunigt das Massestück zum Gleichgewichtspunkt während es hin und her schwingt, da ein Kräfteungleichgewicht auf es wirkt (Zweites Newtonsches Axiom). Viertens gibt es immer Unsicherheiten bei Messungen, weswegen nur große Unterschiede aussagekräftig sind (Sampson u. a., 2017, S. 7, Übersetzung durch Autor).

2.4. Vergleich der beiden Argumentschemata

Da das Toulmin-Strukturschema nicht für den Schulunterricht erstellt wurde, ist es speziell für die Anwendung in der Sekundarstufe I zu komplex. Deswegen werden zum Vergleich der beiden Schemata von Argumenten nur die Kernelemente *claim*, *data* und *warrants* des Toulmin-Strukturschemas genutzt. Deren Bedeutung bleibt dabei dieselbe wie im normalen Toulmin-Strukturschema (vgl. Abschnitt 2.2 auf S. 4) und die Beziehung der Elemente zueinander ist in Abbildung 2.3 auf S. 12 wiederzufinden.

Das erste betrachtete Element ist die Behauptung, die in beiden Schemata *claim* heißt und auch in ihren Beschreibungen deckungsgleich ist (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 6 sowie Toulmin, 2003, S. 90).

Die Bezeichnungen für das nächste Element unterscheiden sich zwar in den beiden Schemata, im ADI wird es *evidence*, im Toulmin-Strukturschema *data* genannt, jedoch stimmen sie in ihren Beschreibungen zum Großteil überein. So verstehen beide Strukturschemata darunter Daten oder Fakten, die die Behauptung stützen oder rechtfertigen.

Die übrigen Elemente unterscheiden sich sowohl in den beiden Bezeichnungen als auch in ihren Beschreibungen und lassen sich ad hoc nicht miteinander vereinbaren. Im ADI wird mit *justification of the evidence* eine Aussage bezeichnet, die die Wahl der Daten rechtfertigt. Wohingegen im Toulmin-Strukturschema *warrants* die Schlussregeln bezeichnen, die den logischen Schluss von den Daten zur Behauptung legitimieren.

Das zuvor erwähnte Beispiel für *justification of the evidence* des ADI ist aus mehreren

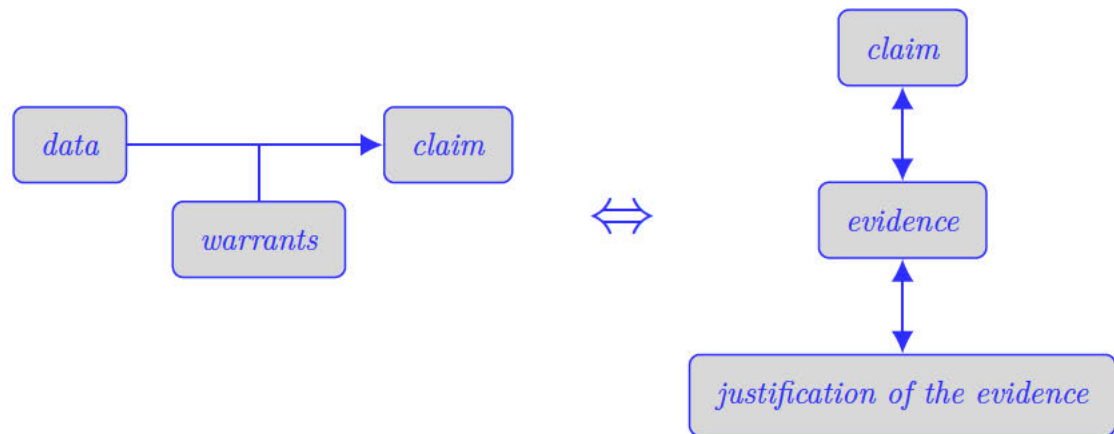


Abb. 2.3.: Vergleich der Kernelemente des Toulmin-Strukturschemas (links, Abbildung entnommen aus Toulmin, 2003, S. 92) und der Elemente des Strukturschemas des Argument-Driven Inquiry (rechts, Abbildung entnommen aus Sampson u. a., 2017, S. 6)

Annahmen aufgebaut, wovon eine die Definition der Periodendauer wiedergibt und eine Weitere das Thema der Unsicherheiten anreißt (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 8). Diese werden angeführt, um die *evidence* zu rechtfertigen, denn sie stellen klar, dass die Daten die Behauptung stützen und wieso sie dies tun. Dieses Vorgehen wurde in früheren Versionen des ADI noch *reasoning* genannt und enthielt die Erklärung, wie und warum die Daten die Behauptung stützen (vgl. Sampson, Grooms und Walker, 2011, S. 220 f.). Es lässt sich also erkennen, dass die *justification of the evidence* Gründe anführt, die den Schluss von *evidence* zu *claim* legitimieren sollen. In diesem Anspruch lässt sich die Beschreibung der *warrants* wiedererkennen, wodurch eine grobe Übereinstimmung der beiden dritten Elemente gegeben ist.

2.5. Didaktische Reduktion der Strukturschemata

2.5.1. Das didaktisch reduzierte Strukturschema

Die beiden vorgestellten Strukturschemata sind jeweils nicht optimal für die Anwendung im deutschsprachigen Physikunterricht geeignet, da sie beide in Englisch verfasst sind. Die Kernelemente des Toulmin-Strukturschema sind zudem nicht fachspezifisch und be-

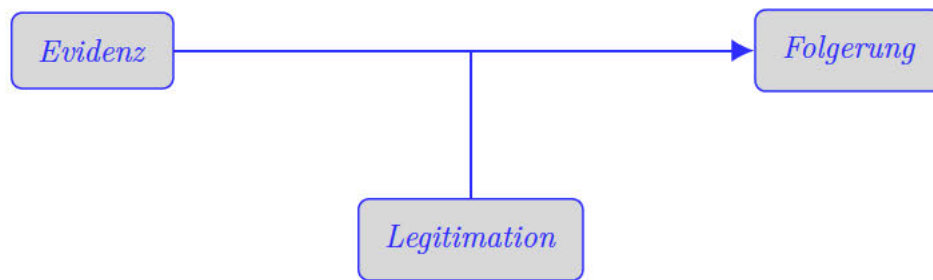


Abb. 2.4.: Didaktisch reduziertes Strukturschema eines Arguments

rücksichtigen keine Messdaten. Das Strukturschema des ADI stellt die Bedeutung der *justification of the evidence* für die Legitimation des logischen Schlusses von *evidence* zu *claim* nicht ausreichend dar und lässt sich in höheren Klassenstufen nicht durch weitere Elemente erweitern.

Aufgrund dieser Kritikpunkte wird nun ein didaktisch reduziertes Strukturschema eines Arguments entwickelt, das aufgrund der Übereinstimmung der beiden Strukturschemata aus diesen beiden hervorgeht. Dafür wird die grundlegende Struktur aus dem Toulmin-Strukturschema und der Bezug zu Messdaten aus dem Strukturschema des ADI übernommen. Das neue didaktisch reduzierte Strukturschema besteht aus drei Elementen, die mit den Elementen der Strukturschemata nach Toulmin und des ADI vereinbar sind. Wesentlich für dieses Strukturschema ist die Anpassung der Bezeichnungen der Elemente an die deutsche Sprache und die Fokussierung auf experimentell gewonnene Messdaten. Das didaktisch reduzierte Strukturschema lässt sich durch die drei folgenden Elemente beschreiben, die wie in Abbildung 2.4 zueinander in Beziehung stehen.

Folgerungen sind Aussagen, die eine Antwort auf die Forschungsfrage geben.

Evidenzen sind relevante Daten, die analysiert und aufbereitet wurden und die Folgerung stützen.

Legitimationen sind Prinzipien und Vorgehensweisen, die den logischen Schluss von der Evidenz auf die Folgerung legitimieren.

2.5.2. Begründung des didaktisch reduzierten Strukturschemas

Die didaktische Reduktion des Strukturschemas berücksichtigt die Schüler als Zielgruppe. Durch sie soll den Schülern nicht nur ein fachlich und sprachlich zugängliches Strukturschema zur Verfügung gestellt werden, sondern es soll auch garantiert werden, dass dieses Strukturschema durch die Bezeichnungen der einzelnen Elemente fachliche und sprachliche Hilfestellungen für die Schüler bietet.

Die Namen *claim* bzw. *Behauptung* erwecken den Eindruck, dass dieses Element beim Experimentieren als erstes entsteht. Das spiegelt den gewöhnlichen Verlauf des hypothesengeleiteten* Schulexperiments allerdings nicht wider. Dieser kann in die fünf Stufen

Problematisieren Forschungsfrage finden

Hypothesenbildung Hypothese aufstellen

Konstruieren Experiment planen und aufbauen

Laborieren Messwerte aufnehmen

Deutung Messwerte aufbereiten und Schlüsse ziehen

aufgeteilt werden[†] (vgl. Götz, Dahncke und Langensiepen, 1990, S. 41). Es liegt scheinbar nahe, dass die Hypothese der Behauptung entspreche, jedoch kann es durchaus geschehen, dass die Hypothese aufgrund der gesammelten Daten verworfen wird bzw. umformuliert werden muss. Im anderen Fall wird die *Hypothese* erst mithilfe der Evidenz im Schritt *Deutung* zu einer fundierten Aussage, die Behauptung genannt werden kann. Darüber hinaus ist es vor allem im Schulkontext nicht immer möglich, eine adäquate Hypothese aufzustellen. Fehlt den Schülern theoretisches Wissen im Themenfeld des Experiments, können sie keine fundierte Hypothese aufstellen.

* In dieser Arbeit wird zur Vereinfachung und Übersichtlichkeit nur das hypothesengeleitete Experimentieren berücksichtigt. Eine Anwendung der Ergebnisse dieser Arbeit im explorativen Experimentieren ist jedoch nicht ausgeschlossen bzw. sogar erwünscht.

† Die einzelnen Stufen enthalten jeweils noch mehr Elemente als die hier aufgezählten, die weiteren Elemente werden jedoch wegen der Übersichtlichkeit nicht berücksichtigt.

Das Element aus Abschnitt 2.4 auf S. 11, das sich tatsächlich als erstes im Verlauf des Experimentierens wiederfinden lässt, sind die *warrants* bzw. die *justification of evidence*, die in den Stufen *Konstruieren* und *Laborieren* zum Tragen kommen. Diese Schritte legitimieren die in der *Deutung* aufbereiteten Daten zur Beantwortung der im *Proble-matisieren* entwickelten Forschungsfrage und werden deshalb *Legitimation* genannt.

Die aufbereiteten Daten, die relevant zur Beantwortung der Forschungsfrage sind, entsprechen den Elementen *data* bzw. *evidence* und werden im didaktisch reduzierten Strukturschema *Evidenz* genannt. Dieser Begriff kann für Schüler sprachlich schwierig zu verstehen sein und widerspricht somit der leichten Zugänglichkeit des didaktisch reduzierten Strukturschemas. Allerdings stellt er eine fachliche Hilfe dar, die die Abgrenzung zu Messdaten deutlich macht, da unter *Evidenz* aufbereitete Messwerte zu verstehen sind, die zur Beantwortung der Forschungsfrage relevant sind.

In der letzten Stufe wird die Hypothese durch die *Legitimation* und die *Evidenz* entweder gestützt oder muss verworfen bzw. angepasst werden. Im zweiten Fall kann durch eine Umformulierung oder eventuell komplette Neuformulierung eine neue Hypothese erstellt werden, die durch *Legitimation* und *Evidenz* gestützt wird. In beiden Fällen folgt die eventuell angepasste Hypothese aus dem Experiment sowie der *Legitimation* und der *Evidenz*, weshalb die durch *Evidenz* und *Legitimation* gestützte Hypothese im didaktisch reduzierten Strukturschema nicht Behauptung, sondern *Folgerung* genannt wird.

Ein Argument in diesem Strukturschema beinhaltet somit kein Element namens Behauptung, die intuitiv und in den meisten Strukturschemata von Argumenten (z.B. bei Toulmin und im Strukturschema des ADI) das zentrale Element darstellt. Sobald eine Kleingruppe ihr Argument allerdings einer weiteren Gruppe vorstellt, wird die *Folgerung* für die weitere Gruppe wieder zu einer Behauptung, die dann mit der *Evidenz* und der *Legitimation* gestützt wird. Der Name *Folgerung* dient hier hauptsächlich den Schülern beim Erstellen ihrer Argumente als fachliche Hilfe und Orientierung.

2.5.3. Anwendung des didaktisch reduzierten Strukturschemas

Damit die Schüler während des ADI dieses Strukturschema anwenden können, benötigen sie die Möglichkeit die Qualität eines Arguments bzw. der einzelnen Elemente *Folgerung*, *Evidenz* und *Legitimation* zu beurteilen. Dafür können sie sich an die Merkmale in Tabelle 2.1 auf S. 16 halten, die gleichzeitig auch mögliche Ansatzpunkte für die Sprachbildung liefern.

Tab. 2.1.: Qualitätsmerkmale eines Arguments im didaktisch reduzierten Strukturschema

Folgerung:

- liefert eine eindeutige[‡] Antwort auf die Forschungsfrage,
- kann überprüft werden.

Evidenz:

- gibt das Messergebnis an,
- beinhaltet die Unsicherheit des Ergebnisses,
- nennt die Einheiten aller Größen,
- spricht für die Folgerung.

Legitimation:

- beschreibt die Durchführung des Experiments und die Auswertung der Messdaten nachvollziehbar,
- gibt an, wieso das Experiment wichtig ist, um die Forschungsfrage zu beantworten,
- gibt die Regeln und Praktiken des Experimentierens an, die bei der Durchführung des Experiments beachtet wurden
- rechtfertigt den Schluss von der Evidenz zur Folgerung.

Ein vollständiges Argument im didaktisch reduzierten Strukturschema könnte schließlich wie Beispiel 2.5 aussehen.

[‡] Eindeutig meint hier die Vermeidung von Modifikatoren wie *ein bisschen*, *quasi*, usw.

Beispiel 2.5. zur Forschungsfrage: *Sind die Temperaturen im Inneren eines Pullovers, der auf dem Tisch liegt, T_P und die Umgebungstemperatur T_U unterschiedlich?*

Folgerung Die Temperatur im Inneren eines Pullovers T_P ist gleich der Umgebungstemperatur T_U .

Evidenz Durch das Experiment[§] konnte im Rahmen der Messunsicherheit kein Unterschied zwischen den beiden Temperaturen $T_P = (26 \pm 1)^\circ\text{C}$ und $T_U = (26 \pm 1)^\circ\text{C}$ festgestellt werden.

Legitimation Es wurden abwechselnd die Temperaturen T_P und T_U jeweils zehn Mal gemessen. Zwischen den Messzeitpunkten wurde immer mindestens 20 Sekunden gewartet, damit sich die zu messende Temperatur auf dem Thermometer einstellen kann. Aus den zehn Messwerten wurde jeweils der Mittelwert gebildet und dessen Unsicherheit[¶] bestimmt. Die Mittelwerte für beide Temperaturen überlappen sich in ihren Unsicherheiten, somit konnte experimentell kein Unterschied festgestellt werden.

[§] Die Messwerte sind im Anhang A.1 auf S. 57 zu finden.

[¶] In dieser Arbeit wird im Umgang mit Unsicherheiten das reduzierte Sachstrukturmodell nach Hellwig genutzt (vgl. Hellwig, 2012, S. 171 ff.).

3. Theoretische Grundlagen der Sprachbildung

3.1. Bedeutung von Sprachbildung im Fachunterricht

In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick über die Ansatzpunkte der Sprachbildung gegeben, damit sich das Argumentieren darin verorten lässt.

3.1.1. Sprachhandlungen in der Schule

In ihrer gesamten Schulzeit begegnet Schülern Sprache im Unterricht. Diese Begegnungen sind zum Teil sehr unterschiedlich und lassen sich in die drei folgenden Kategorien aufgliedern (vgl. Kniffka und Neuer, 2017, S. 37 f.).

Gegenstand des Unterrichts Sprache kann zentrales Thema des Unterrichts sein. Dies tritt vor allem im Fremdsprachenunterricht oder beim Schriftspracherwerb in der Grundschule auf, wenn die Inhalte, die vermittelt werden, sprachlicher Natur sind.

Medium des Unterrichts In jedem Unterrichtsfach ist Sprache das Vermittlungsinstrument für die jeweiligen Inhalte. Ohne Sprache kann kein Wissen oder Inhalt in der Schule transportiert werden. Dies liegt einerseits daran, dass der Großteil des Schulunterrichts mündlich verläuft und andererseits sind Schüler auch beim Lesen oder Schreiben mit Sprache konfrontiert.

Fachsprachen Jedes Fach hat eine eigene Fachsprache. Die Schüler sind gefordert diese mit ihren Eigenheiten zu erlernen und adäquat zu nutzen. Zu den Eigenschaften

gehören u.a. „eine spezielle Lexik, die Verwendung bestimmter Strukturen [und] spezielle kommunikative Praktiken“ (Kniffka und Neuer, 2017, S. 37). Daraus folgt, dass Schüler einen gewissen Grad an Sprachkompetenz benötigen, um überhaupt in der Lage zu sein, Fachinhalte zu verstehen und zu lernen.

Im sprachsensiblen Fachunterricht ist also erforderlich, dass bei der Vermittlung von Inhalten eine Sprache verwendet wird, die keine Verstehensschwierigkeiten bei den Schülern verursacht und Hilfen angeboten werden, so zum Beispiel Wörterbücher für Schüler, deren Muttersprache nicht Deutsch ist. Des Weiteren sollte im sprachsensiblen Fachunterricht die Fachsprache expliziter Unterrichtsgegenstand sein. Als Inhalte geben die sprachbezogenen Kompetenzbereiche der Bildungsstandards hier die drei Schwerpunkte

- i) Rezeption von Fachtexten,
- ii) Produktion von Fachtexten,
- iii) Erwerb von Fachwortschatz

vor (vgl. Kniffka und Neuer, 2017, S. 38).

3.1.2. Ebenen der Sprachbildung

Setzen sich Schüler mit der Fachsprache auseinander, stehen sie vor Herausforderungen auf vier Sprachebenen. Die Wortebene im Fachunterricht bereitet vor allem mit Fachbegriffen Schwierigkeiten. Hier spielen Komposita, Nominalisierungen und Derivationen eine große Rolle aber auch Morpheme können verwirrend für Schüler sein (vgl. Kniffka und Neuer, 2017, S. 41). In der Phrasen- und Satzebene können Schwierigkeiten bei Satzbau, Passivkonstruktionen oder Kollokationen* auftreten (vgl. Kniffka und Neuer, 2017, S. 41 f.). Die Textebene kann für Schüler durch Aufbau des Textes oder das verwendete Sprachregister zur Herausforderung werden. Die letzte Ebene, die Diskursebene

* Kollokationen bezeichnen die „inhaltl. Kombinierbarkeit sprachl. Einheiten“ (Zwahr, 2003, S. 3851). In dieser Arbeit werden damit Phrasen bezeichnet, deren inhaltliche Kombinierbarkeit hoch ist. Ein typisches Beispiel der Physik ist durch *eine Kraft wirkt auf den Körper* gegeben.

ist dann die größte Hürde für die Schüler. Hier geht es darum, nach Aufforderung durch Operatoren selbst Texte (mündlich oder schriftlich) zu produzieren, die auf allen Ebenen Merkmale der Fachsprache aufweisen und zudem die fachlichen Inhalte angemessen darstellen. Vor allem für Operatoren höherer Anforderungsbereiche haben hier nicht nur Schüler Probleme, die Deutsch als Zweitsprache erlernen. Es sind aber exakt diese Diskursfunktionen, die Fachsprache ausmachen. So ist es beispielsweise sehr förderlich, wenn in einer Argumentation gegen Atomkraft die angemessenen Kollokationen, wie *der Kern spaltet sich in zwei leichtere Kerne auf*, verwendet werden. Deshalb ist es sowohl aus sprachlicher als auch aus fachlicher Sicht notwendig, die Schüler dazu zu befähigen, auf der Diskursebene aktiv am Unterricht teilzunehmen. Die Kompetenz der Schüler zu dieser aktiven Teilnahme ist allerdings nicht beständig, weshalb stetiges Lernen über sowie Agieren auf der Diskursebene ein fester Bestandteil des Fachunterrichts für die Schüler sein sollten (vgl. Shanahan und Shanahan, 2008, S. 43 sowie Thürmann, Pretzel und Schütte, 2015, S. 33).

3.2. Argumentieren in der Sprachbildung

3.2.1. Verortung des Argumentierens

Zur Einordnung des Argumentierens in die schulische Fachsprache kann das „Modell zur Beschreibung von Schulsprache im Fachunterricht“ (Vollmer und Thürmann, 2010, S. 112) herangezogen werden[†]. In diesem Modell wird das Argumentieren in der zweiten Dimension *Kognitiv-sprachliche Aktivitäten/Diskursfunktionen* verortet (vgl. Vollmer und Thürmann, 2010, S. 113 ff.). Somit findet sich das Argumentieren in der Diskursebene wieder.

Argumentieren als Diskursfunktion lässt sich auf einem höheren Niveau einordnen als zum Beispiel die Diskursfunktion des Beschreibens, da Argumentieren das Beschreiben voraussetzt, jedoch darüber hinausgeht (vgl. Vollmer, 2011, S. 8). So verlangt es von den Schülern eine Vielzahl verschiedener Kompetenzen. Die Schüler sollen

[†] Eine Abbildung des Modells ist im Anhang B.1 auf S. 60 dargestellt.

3. Theoretische Grundlagen der Sprachbildung

- i) Überreden und Überzeugen sowie Behaupten und Argumentieren unterscheiden,
- ii) zur Bewertung der Qualität von Argumentationen zwischen faktengestützten Aussagen oder Annahmen und Vermutungen unterscheiden sowie diese Bewertung auch bei eigenen Argumentationen danach anwenden,
- iii) Vor- und Nachteile von Sachverhalten und Verhaltensweisen erfassen, abwägen und so zu einer eigenen Position gelangen,
- iv) den Gang einer Argumentation in Gesprächen und in Texten nachvollziehen und deren Stimmigkeit auf der Grundlage eigenen Wissens, eigener Erfahrungen überprüfen und eventuell widerlegen,
- v) mithilfe von Gegenargumenten die Argumente anderer entkräften,
- vi) auf Argumente eingehen und verbleibende Unterschiede erfassen

können (vgl. Vollmer, 2011, S. 8). Hier wird die Verknüpfung von Fachinhalten und Sprache erneut deutlich, da beispielsweise in Kompetenz iii) zur Bestimmung der Vor- und Nachteile von Sachverhalten fachliches Wissen nötig ist und die Formulierung der eigenen Position sprachliche Kompetenzen voraussetzt. Damit also Argumentieren in der Schule und speziell im Fachunterricht gelingen kann, braucht es neben fachlicher auch sprachliche Unterstützung für die Schüler, wofür in der Regel Scaffolds[‡] genutzt werden (vgl. Franken und Pretzel, 2019, S. 54 ff.).

3.2.2. Relevante Forschungsergebnisse

Für das Argumentieren im Unterrichtsplan des ADI relevante Erkenntnisse der Forschung sind zum einen, dass sich auch beim Argumentieren Unterschiede zwischen den verschiedenen sprachlichen Registern beobachten lassen. So sind Argumentationen in der konzeptionellen Mündlichkeit eher zirkulär und in der konzeptionellen Schriftlichkeit eher linear (vgl. Leisen, 21.11.2011, S. 13). Lineare Argumentationen folgen den

[‡] Dieser Begriff wird im Abschnitt 3.3 auf S. 23 erklärt.

Regeln der Logik, wohingegen zirkuläre Argumente Zirkelschlüsse und das Vertauschen von Ursache und Wirkung enthalten (nach Rücksprache mit Autor, 18.07.2019). Diese Tatsache wird beim Erstellen der Versuchsberichte in Schritt 6 des ADI eine Rolle spielen, wenn das Argument der Gruppe verschriftlicht werden muss. Zum anderen werden auch in der Sprachbildung verschiedene Argumentationsniveaus unterschieden. Eine Behauptung, der lediglich eine Gegenbehauptung erwidert wird, ist niedriger einzuordnen als zum Beispiel eine Behauptung, die mit Daten oder Fakten belegt wird und eventuell sogar auf Einwände eingeht (vgl. Schramm u. a., 2013, S. 297). Diese Einteilung ist im Großen und Ganzen mit den Kriterien für gute Argumente des ADI (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 6) vereinbar und wird im späteren Verlauf relevant, um es den Schülern zu ermöglichen, Argumente einerseits zu bewerten und andererseits selbst zu formulieren.

Die zwei in der Schule vorherrschenden Arten des Argumentierens sind einerseits das *persuasive Argumentieren*, das hauptsächlich in der konzeptionellen Schriftlichkeit auftritt, wenn Schüler beispielsweise eine Erörterung schreiben und andererseits das *explorative Argumentieren*, das im Unterrichtsplan des ADI gewünscht ist, denn es beschreibt die Erschließung neuen Wissens durch Argumentationen (vgl. Ehrlich, Valtin und Lütke, 2012, S. 70 f.)

Um das Argumentieren der Schüler im Unterrichtsplan des ADI zu unterstützen, braucht es aber, wie bereits erwähnt, Scaffolding, womit sich der nächste Abschnitt beschäftigt.

3.3. Scaffolding

Als Scaffolding (englisch für Gerüstbau o.ä.) werden temporäre Hilfen bezeichnet, die helfen sollen, die Kompetenzen von Schülern zu steigern. Vor allem in der Sprachbildung finden Scaffoldingmaßnahmen weitreichende Anwendungsmöglichkeiten.

Zentral hierfür ist die Theorie der „zone of proximal development“ (Hammond und Gibbons, 2005, S. 8) nach Vygotsky. Als zone of proximal development (ZPD) wird die Lücke zwischen dem Kompetenzniveau von Lernenden, das sie ohne Hilfe erreichen

können, und dem durch Hilfe erfahrenerer Mitschüler oder Erwachsener erreichbarem Niveau bezeichnet (vgl. Gibbons, 2009, S. 15). Nur wenn Schüler beim Bewältigen von Aufgaben Unterstützung benötigen, lernen sie auch etwas Neues, also genau dann, wenn sie Aufgaben innerhalb ihrer ZPD bearbeiten (vgl. Hammond und Gibbons, 2005, S. 8).

Um die Hilfsmaßnahmen für die Schüler so zu planen, dass sie tatsächlich in der ZPD ansetzen und ausreichen diese zu überwinden, bedarf es zum einen einer Lern- und Sprachstandserhebung der Klasse und zum anderen einer Bedarfsermittlung, in der festgestellt wird, welche sprachlichen Anforderungen der Lerngegenstand an die Schüler stellen wird (vgl. Kniffka und Neuer, 2017, S. 44). Bei der Implementierung der Scaffoldingmaßnahmen (auch Scaffolds genannt) in den Unterricht lassen sich die zwei Bereiche *Macro-Scaffolding* und *Micro-Scaffolding* unterscheiden, die im Folgenden näher erklärt werden.

3.3.1. Macro-Scaffolding und Micro-Scaffolding

Macro-Scaffolding beschreibt Maßnahmen größeren Ausmaßes, die bereits vor dem Unterricht geplant werden müssen. Hierzu gehören als erstes die Lernstands- und Bedarfsanalyse sowie die darauf fußende Unterrichtsplanung. So können für Experimente im Physikunterricht Wortschatzkarten erstellt werden, die die (Fach-)Begriffe enthalten, die die Schüler benötigen, um das Ergebnis des Experiments zu beschreiben und eventuell einen Bericht anzufertigen.

Weitere Maßnahmen des Macro-Scaffoldings sind zum Beispiel die Sequenzierung von Aufgaben, sprich die Aufteilung einer größeren Aufgabe in mehrere kleine Teilschritte, oder die bewusste Variation der Schüler- und Lehrerrollen (vgl. Hammond und Gibbons, 2005, S. 13 ff.). Eine besondere Form des Macro-Scaffolding ist das generische Lernen, welches im Abschnitt 3.3.2 beschrieben wird und einen umfangreicheren Unterrichtsplan vorgibt (vgl. Gibbons, 2002, S. 60 ff.).

Unter Scaffolding auf der Micro-Ebene versteht man Verhaltensweisen, die Lehrer im Unterrichtsgespräch nutzen können. Ziel ist es hierbei hauptsächlich, den Schülern mit Schwierigkeiten beim Sprechen, Hören, Lesen oder Schreiben, dieselben Möglichkeiten

zur aktiven Unterrichtsteilnahme zu bieten wie den Schülern ohne Schwierigkeiten. Dies kann recht simpel durch längeres Warten auf Schülerantworten geschehen, das den Schülern mit Schwierigkeiten beim Sprechen mehr Zeit gibt, sich ihre Antwort zu überlegen und vorzubereiten.

Weitere Maßnahmen des Micro-Scaffoldings sind beispielsweise die Rekapitulation des Gelernten am Ende der Unterrichtsstunde oder die Umformulierung von Schülerantworten in die Fach- oder Bildungssprache (vgl. Hammond und Gibbons, 2005, S. 21 ff.).

3.3.2. Generisches Lernen

Die Bedeutung von Genres in der Sprachbildung

Unter dem Begriff des Genres werden Kommunikationsformen verstanden, die durch wiederholten Gebrauch konventionalisiert wurden. Genres entstehen meistens in einer speziellen sozialen Gruppe und dienen einem Ziel dieser Gruppe (vgl. M. Tardy, 2012, S. 1). Beispiele sind durch Kurznachrichten für Jugendliche oder Konferenzvorträge für Wissenschaftler gegeben. Genres unterscheiden sich untereinander durch ihre verschiedenen Ausprägungen in Merkmalen wie verwendetem Sprachregister, Tempus, äußerer Form, sozialem Kontext, Zweck, Aufbau und vielen mehr. Im sprachsensiblen Fachunterricht spielen Genres eine besondere Rolle, da jedes Fach mehrere, zum Teil fach eigene Genres aufweist. Hier sind zum Beispiel die Quelleninterpretation in Geschichte oder der Versuchsbericht in den Naturwissenschaften zu nennen. Zur Beherrschung der Fachsprache gehört es also auch die fachtypischen Genres zu kennen, zu verstehen und erstellen zu können. Diese Kompetenzen ermöglichen es den Schülern dann erfolgreich am Unterricht teilzunehmen (vgl. M. Tardy, 2012, S. 1 und Greiner und Hallet, 2019, S. 33). Die Bedeutung von Genres für den Schulunterricht wird noch weiter gesteigert durch die Tatsache, dass Genres in allen Jahrgangsstufen eine Rolle spielen (vgl. Greiner und Hallet, 2019, S. 36).

Ein möglicher Ansatz der Sprachbildung zur Förderung der Kompetenzen der Schüler

im Umgang mit ausgewählten Genres ist das generische Lernen. Generisches Lernen[§] ist ein Ansatz, der Scaffolding auf der Textebene (vgl. Abschnitt 3.1.2 auf S. 20) anbietet und im englischsprachigen Raum bereits seit über 20 Jahren als *genre-based approach* bekannt ist. Die wesentliche Grundidee ist, dass Sprachbildung auch aktives Lehren über Genres beinhalten solle (vgl. Hammond, 2001, S. 26). Die wichtigsten Themen, die dabei behandelt werden sollten, sind hier die Ausprägungen der oben beschriebenen Merkmale von Genres.

Der Unterrichtsplan des generischen Lernens

Für alle einzelnen Genres, die im Unterricht behandelt werden, gibt es den „*Curriculum Cycle*“ (Hammond, 2001, S. 26), an dem sich Lehrer bei der Unterrichtsplanung orientieren können. In dieser Arbeit wird der *Curriculum Cycle* des generischen Lernens als Unterrichtsplan des generischen Lernens bezeichnet. Ein Zyklus zu einem Genre wird dabei immer in einem fachlichen Themenfeld durchgeführt und lässt sich in vier Phasen gliedern, die in Abbildung 3.1 auf S. 27 dargestellt sind und nun näher erklärt werden.

In der ersten Phase des Unterrichtsplans des generischen Lernens, die mit *Einführung ins Themenfeld* bezeichnet werden kann, liegt das Hauptaugenmerk auf dem fachlichen Inhalt des Themenfelds, in dem das neue Genre erlernt werden soll. Hierbei geht es vor allem darum, der Klasse genug Wissen zu vermitteln, damit sie am Ende des Zyklus in der Lage sind, einen Text zum behandelten Thema zu schreiben. In dieser Phase ist es sinnvoll, Scaffolds wie *word walls* zu entwickeln, die den relevanten Wortschatz und wichtige Kollokationen des Themenfelds für die Klasse zusammenfassen und später beim Verfassen des Texts genutzt werden können (vgl. Gibbons, 2002, S. 61 f.).

In der Phase *Prototypisches Beispiel* wird das zu untersuchende Genre anhand eines prototypischen Beispiels eingeführt. Dieses Beispiel wird in einem geleiteten Unterrichtsgespräch genau betrachtet und auf Merkmale wie Aufbau, Form und Zweck des Texts als Ganzes sowie auf Funktion einzelner Abschnitte, verwendetes Vokabular und gram-

[§] In der deutschen Literatur zum Thema wird auch der Begriff *generisches Schreiben* verwendet. Da jedoch auch in der mündlichen Auseinandersetzung mit dem Genre über dieses gelernt werden kann, wird in dieser Arbeit der Begriff *generisches Lernen* genutzt.

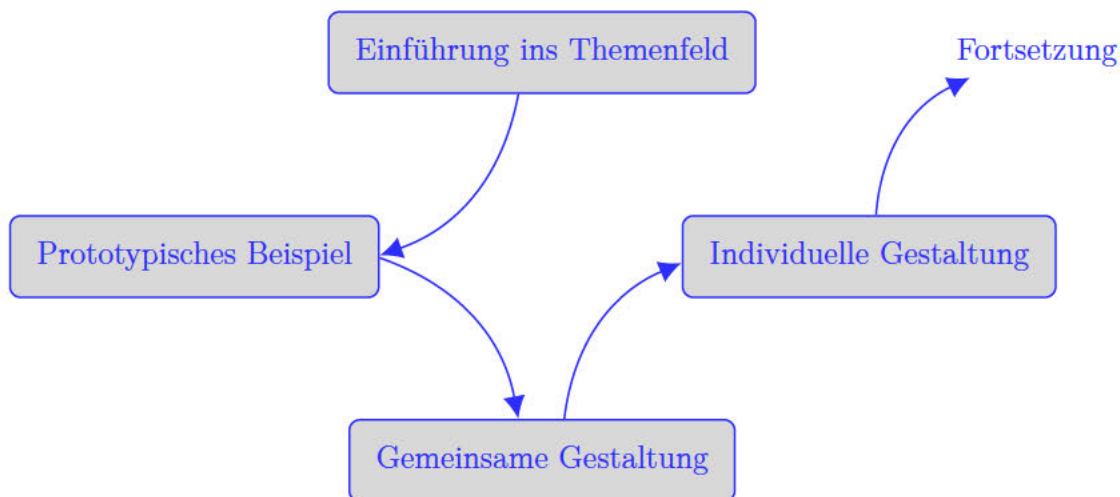


Abb. 3.1.: Phasen des Unterrichtsplans des generischen Lernens (Abbildung entnommen aus Hammond, 2001, S. 28)

matikalische Strukturen untersucht (vgl. Gibbons, 2002, S. 64 f.).

Die *Gemeinsame Gestaltung* stellt die dritte Phase des Unterrichtsplans des generischen Lernens dar. In ihr entwerfen die Schüler gemeinsam mit dem Lehrer einen ersten Text des Genres. Der Lehrer kann hier durch verschiedene Fragen Unterstützung bieten. Die Fragen können den grundlegenden Aufbau des Texts, alternative Formulierungen, die nun anzufertigenden Abschnitte des Texts oder den Vergleich mit dem Beispieltext betreffen (vgl. Gibbons, 2002, S. 66 f.).

In der Phase *Individuelle Gestaltung* verfassen alle Schüler zum Schluss entweder in Einzel- oder Partnerarbeit einen eigenen Text, der die Merkmale und Eigenschaften des Genres aufweisen soll. Dabei können die im Laufe des Zyklus entstandenen Scaffolds von den Schülern genutzt werden. Im Idealfall können diese jedoch durch die intensive Arbeit am Genre in den vorigen Schritten bereits wieder abgebaut werden (vgl. Gibbons, 2002, S. 67).

Die fünfte Phase kann als *Fortsetzung* beschrieben werden und ist optional. Diese Phase bietet die Möglichkeit für weiterführende Reflektionen zur Bedeutung des Genres und zur kritischen Analyse (vgl. Hammond, 2001, S. 28).

Sprachliche Themenfelder im Unterrichtsplan des generischen Lernens

Das im Unterrichtsplan des generischen Lernens behandelte Themenfeld muss nicht zwingend ein klassisches fachliches Themenfeld sein, sondern kann bzw. sollte gegebenenfalls sogar davon abweichen. Für eine sinnvolle Anwendung des Unterrichtsplans des generischen Lernens ist es wichtig, dass das Themenfeld nicht zu klein und nicht zu groß ist. Im ersten Fall kann es Schwierigkeiten dabei geben drei unterschiedliche Inhalte für das prototypische Beispiel sowie die Produktion eines Texts im Genre in der gemeinsamen Gestaltung und der individuellen Gestaltung zu finden. Im zweiten Fall kann es passieren, dass die Zahl der zu entwickelnden Scaffolds der Fachbegriffe sehr groß wird, und die Schüler den Überblick verlieren, welches Scaffold sie gerade benötigen, um ihre Gedanken sprachlich fehlerfrei formulieren zu können. Deshalb empfiehlt es sich den Unterrichtsplan des generischen Lernens in einem *sprachlichen Themenfeld* durchzuführen. Ein sprachliches Themenfeld ist eine mehrere Unterrichtsstunden umfassende Einheit, die sich dadurch auszeichnet, dass sie groß genug ist, um drei verschiedene Inhalte für zu bieten und klein genug, um die Einführung der Fachbegriffe und die Entwicklung der Scaffolds auf eine Doppelstunde beschränken zu können.

4. Methode

4.1. Entwicklungsziel

Die grundlegende Frage, die sich nach Betrachtung der theoretischen Grundlagen in den zwei vorangegangenen Kapiteln ergibt, ist, wie es möglich ist, Sprachbildungsmaßnahmen und den Unterrichtsplan des Argument-Driven Inquiry gewinnbringend zu verflechten, um Schüler trotz sprachlicher Probleme zu befähigen, gute Argumente im Sinne des didaktisch reduzierten Strukturschemas (siehe Abschnitt 2.5 auf S. 12) zu verfassen, also fachlich und sprachlich nachhaltig zu fördern.

Damit durch die Verzahnung der beiden theoretischen Rahmen ein Mehrwert generiert werden kann, muss darauf geachtet werden, dass die Integration der Sprachbildungsmaßnahmen und des Unterrichtsplans des ADI tatsächlich beidseitig stattfindet. Es muss vermieden werden, einzelne Schritte und Maßnahmen des einen theoretischen Rahmens in die Schritte des anderen Rahmens zwischenzuschieben, damit der Unterricht nicht in einzelne voneinander getrennte sprachbildende und inhaltliche Anteile zerfällt. Eine solche Aufteilung des Unterrichts ist auch außerhalb des Vorhabens dieser Arbeit ungeeignet, denn Sprache lässt sich nicht von den Fachinhalten trennen (vgl. Leisen, 2005, S. 4). Ein weiteres Desiderat ist es, den zusätzlichen Planungsaufwand für Lehrer so gering wie möglich zu halten, um die Methode auch für die Unterrichtspraxis attraktiv zu machen. In diesem Kapitel wird nun unter Berücksichtigung der genannten Absichten eine über spezielle Fachinhalte hinausgehende Methode zur Verflechtung von Sprachbildung und dem Unterrichtsplan des ADI entwickelt.

4.2. Entwicklung der Methode

4.2.1. Generisches Lernen und der Unterrichtsplan des Argument-Driven Inquiry

Bestimmung des Genres

Um den Unterrichtsplan des generischen Lernens und den Unterrichtsplan des ADI sinnvoll zu verbinden, muss als erstes das Genre bestimmt werden, das die Schüler erlernen sollen. Eine naheliegende Option wäre der Versuchsbericht, der im Laufe der acht Schritte erstellt wird. Versuchsberichte begleiten Schüler durch die gesamte Schulzeit, sind themenunabhängig und ein typisches Genre im Physikunterricht, das die Schüler sowohl rezeptiv als auch produktiv durchdringen müssen.

Zweifelsohne lässt sich eine Unterrichtsreihe zum generischen Lernen entwickeln, die das Genre Versuchsbericht behandelt, das Ziel dieser Arbeit ist jedoch die argumentative Kompetenzen der Schüler zu erhöhen und sie zu befähigen, trotz eventueller sprachlicher Probleme gute Argumente im Sinne des didaktisch reduzierten Strukturschemas (siehe Abschnitt 2.5 auf S. 12) zu erstellen. Deshalb ist es für das weitere Vorgehen sinnvoll, das Argument als Genre zu nutzen.

Argumente sind ein Genre im Sinne des Abschnitts 3.3.2 auf S. 25. Die soziale Gruppe, die das Genre nutzt, ist die gesamte Gesellschaft und der Zweck ist das Überzeugen anderer Individuen. Zudem sind Argumente konventionalisiert, da es sonst nicht möglich wäre, Strukturschemata (z.B. Toulmin oder ADI) dieser zu erstellen.

Verbindung von generischem Lernen und dem Unterrichtsplan des Argument-Driven Inquiry

Um generisches Lernen in der Schulpraxis umzusetzen, empfiehlt es sich, auf den Unterrichtsplan des generischen Lernens (vgl. Gibbons, 2002, S. 60 ff. und Hammond, 2001, S. 26 ff. sowie Abschnitt 3.3.2 auf S. 25) zurückzugreifen. Mit der Wahl des Arguments als Genre ist festgelegt, dass der Unterrichtsplan des generischen Lernens die übergeordnete

Rolle einnimmt und der Unterrichtsplans des ADI jeweils in die einzelnen Phasen* des Unterrichtsplan des generischen Lernens eingewoben wird. Im anderen Fall würde nur ein Argument im Verlauf der acht Schritte des Unterrichtsplans des ADI erstellt und es wäre nicht möglich, alle vier Phasen des Unterrichtsplans des generischen Lernens durchzuführen, weil dazu mindestens drei Argumente vorliegen müssen. Eines davon wird den Schülern in der Phase *Prototypisches Beispiel* vorgestellt und zwei davon erstellen die Schüler in den Phasen *Gemeinsame Gestaltung* und *Individuelle Gestaltung* selbst. Der Aufbau dieses Abschnitts folgt aufgrund der übergeordneten Rolle des Unterrichtsplans des generischen Lernens dessen Phasen. In Tabelle 4.1 auf S. 32 ist die in diesem Abschnitt entwickelte Verbindung der beiden Unterrichtspläne dargestellt.

Die übergeordnete Rolle des Unterrichtsplans des generischen Lernens schließt es nicht aus Maßnahmen der Sprachbildung in die einzelnen Schritte des Unterrichtsplans des ADI einfließen zu lassen. Zur Übersichtlichkeit und Vermeidung von Wiederholungen sind die Vorschläge dafür in den Abschnitt 4.2.2 auf S. 34 ausgelagert.

Einführung ins Themenfeld

Wie bereits in Abschnitt 3.3.2 auf S. 28 erwähnt, ist die Wahl des Themenfelds nicht an fachliche Inhalte gebunden, sondern sollte so gewählt werden, dass die Anzahl der einzuführenden Fach- und Sachbegriffe adäquat zur Erarbeitung in einer Doppelstunde ist. Die Einführung ins Themenfeld zielt nur darauf, den Schülern das nötige fachliche und sprachliche Wissen bzw. Scaffolds zu vermitteln, die sie benötigen, um später Texte des jeweiligen Genres zu erstellen. An dieser Stelle ist es demnach nicht angebracht den Unterrichtsplan des ADI einzubringen.

Prototypisches Beispiel

In dieser Phase entfallen die ersten drei Schritte des Unterrichtsplans des ADI, weil ein prototypisches Beispiel eines Arguments im didaktisch reduzierten Strukturschema un-

* In diesem Abschnitt ist es wichtig zu beachten, dass der Unterrichtsplan des generischen Lernens aus vier *Phasen* und der Unterrichtsplan des ADI aus acht *Schritten* besteht.

4. Methode

Tab. 4.1.: Übersicht des Unterrichtsplans der Verbindung der Unterrichtspläne des generischen Lernens und des Argument-Driven Inquiry

Generisches Lernen	Argument-Driven Inquiry
Einführung ins Themenfeld	-
Prototypisches Beispiel	4. Variierte Präsentation des Arguments
Gemeinsame Gestaltung	1. Bestimmen der Aufgabe und der Forschungsfrage 2. Eine Methode entwickeln und Daten erfassen 3. Variiertes Erarbeiten eines ersten Arguments 5. Explizite und reflektierende Diskussion 6. Schreiben des Berichts 7. Double-Blind Peer-Review 8. Überarbeiten und Abgabe des Berichts
Individuelle Gestaltung	1. Bestimmen der Aufgabe und der Forschungsfrage 2. Eine Methode entwickeln und Daten erfassen 3. Erarbeiten eines ersten Arguments 4. Präsentation der Argumente 5. Explizite und reflektierende Diskussion 6. Schreiben des Berichts 7. Double-Blind Peer-Review 8. Überarbeiten und Abgabe des Berichts

tersucht wird. Diese Phase beginnt also direkt mit der Präsentation der Argumente bzw. des Arguments, allerdings in einer abgewandelten Form, denn für den *gallery walk* fehlt es an unterschiedlichen Argumenten. Stattdessen sollte das prototypische Beispiel in einem geleiteten Unterrichtsgespräch präsentiert werden (vgl. Gibbons, 2002, S. 64 f.). Die Elemente des didaktisch reduzierten Strukturschemas können dann anhand des Beispiels erklärt werden. Zudem sollte das Lehrer vorführen bzw. erklären, wie die Messwerte aufzubereiten sind.

In dieser Phase kann die *explizite und reflektierende Diskussion* nicht sinnvoll durchgeführt werden, da die Schüler nicht selbst experimentiert haben. Dadurch wird es den Schülern auch schwerfallen, einen Bericht zu schreiben. Zudem dürfte der damit verbundene Lerneffekt im Vergleich zum Aufwand gering sein, und es ist deshalb an dieser

Stelle davon abzuraten, einen Bericht schreiben zu lassen, weshalb auch die letzten drei Schritte des Unterrichtsplans des ADI wegfallen.

Gemeinsame Gestaltung

Die acht Schritte des ADI müssen auch in der gemeinsamen Gestaltung modifiziert werden, damit das Argument wirklich gemeinsam entwickelt und dieser Prozess nicht in die Kleingruppen ausgelagert wird. Dazu sollten zwischen den Schritten *Eine Methode entwickeln und Daten erfassen* und *Erarbeiten eines ersten Arguments* die Messwerte der einzelnen Gruppen im Plenum zusammengetragen werden, aus allen Ergebnissen der Gruppen je nach Experiment ein oder mehrere Mittelwerte gebildet werden und mit diesem Gesamtergebnis gemeinsam ein Argument erstellt werden. Alternativ ist es in dieser Phase des Unterrichtsplan des generischen Lernens auch möglich ein Demonstrationsexperiment im Unterrichtsplan des ADI durchzuführen und dadurch alle Schritte im Plenum zu gestalten. Der Schritt *Präsentation der Argumente* entfällt in diesem Vorgehen offensichtlich, da es keine anderen Argumente gibt, die sich die Schüler anhören oder anschauen könnten. Auch wenn die ganze Klasse von denselben Messwerten und demselben Argument ausgeht, ist das *Schreiben des Berichts* an dieser Stelle angebracht. Denn die einzelnen Versuchsberichte werden sich nichtsdestotrotz unterscheiden und darüber hinaus fällt es den Schülern bei ihrer ersten *Double-Blind Peer-Review* wahrscheinlich leichter, Versuchsberichte gegenzulesen, wenn diese auf denselben Daten beruhen, wie die, mit denen der eigene Bericht geschrieben wurde.

Individuelle Gestaltung

Die Individuelle Gestaltung bildet den Abschluss des sprachlichen Themenfelds. Die acht Schritte des Unterrichtsplans des ADI können hier in der klassischen Weise durchgeführt werden und dabei durch die in der *Einführung ins Themenfeld* entwickelten Scaffolds unterstützt werden.

Zeitplanung

Wie bereits in Abschnitt 3.3.2 auf S. 28 erwähnt, ist es angemessen, die Einführung ins Themenfeld in einer Doppelstunde zu bearbeiten. Für das geleitete Unterrichtsgespräch, in dem das prototypische Beispiel und dessen Merkmale besprochen werden, die für das Genre typisch sind, sollte auch eine Doppelstunde geplant werden. Für die Phasen gemeinsame Gestaltung und individuelle Gestaltung muss mehr Zeit eingeplant werden. Die Vorschläge zur Zeiteinteilung des Unterrichtsplans des ADI variieren zwischen 170 und 280 Minuten je nachdem, ob Arbeit in Hausaufgaben ausgelagert wird und wie viel Erfahrung die Klasse bereits mit dem Unterrichtsplan des ADI hat (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 531 f.). Dies entspricht somit ungefähr zwei bis drei Doppelstunden. Insgesamt sollten also zwischen sechs und acht Doppelstunden zur Durchführung des Unterrichtsplans der Verbindung des generischen Lernens und des Argument-Driven Inquiry eingeplant werden.

4.2.2. Scaffolds und der Unterrichtsplan des Argument-Driven Inquiry

In diesem Abschnitt wird für ausgewählte Schritte des Unterrichtsplans des ADI dargestellt, welche Scaffolds an dieser Stelle angeboten werden können. Selbstverständlich ist es je nach Kompetenzniveau der Klasse keine Verpflichtung, die hier vorgestellten Scaffolds zu nutzen. Für alle Schritte des Unterrichtsplans des ADI können im Unterrichtsgespräch die Methoden des Micro-Scaffolding angewendet werden (siehe Abschnitt 3.3 auf S. 23).

Eine Methode entwickeln und Daten erfassen

Für eine sinnvolle Planung des Experimentiervorgehens in den Kleingruppen ist es erforderlich, dass die Schüler sich untereinander ohne Probleme austauschen können. Dazu muss in diesem Schritt des Unterrichtsplan des ADI Wortschatzarbeit geleistet werden. Hilfekarten, die die zur Verfügung stehenden Experimentiermaterialien mit dem jeweiligen Namen und Artikel enthalten, können das Planungsgespräch sowohl für Zweit-

sprachenlernende als auch deutsche Erstsprachler erleichtern. Zusätzlich zu einzelnen Fachbegriffen sollten auch Hilfen zu typischen Kollokationen des Themenfelds angeboten werden. Je nach Sprachstand der Klasse kann es angebracht sein, die Hilfen als Plakate oder Präsentationsfolien für die ganze Klasse anzubieten, damit diese jederzeit genutzt werden können. Für die Erstellung oder Einführung der Scaffolds erscheint der *tool talk* geeignet (vgl. Schritt 1: *Bestimmen der Aufgabe und der Forschungsfrage* des Abschnitts 2.3.1 auf S. 6).

Diese Hilfen müssen zum Großteil inhaltsabhängig erstellt werden, da sie sich hauptsächlich auf Experimentiermaterialien und die Durchführung des konkreten Experimentes beziehen. Im Abschnitt 5.1 auf S. 42 sind solche Scaffolds für ein Experiment zum Fadenpendel zu finden.

Erarbeiten eines ersten Arguments

In Klassen, für die das Vorgehen des ADI und die Merkmale guter Argumente noch neu sind, ist es ratsam, die Erstellung des Arguments durch eine Auswahl unterschiedlicher Argumente verschiedener Qualität für die Schüler zu erleichtern. Optimal ist es, wenn dazu die Erfassung der Daten und das Erstellen des Arguments in getrennten Unterrichtsstunden stattfinden und wenn das Lehrer die gesammelten Daten der Schüler nutzt, um die zur Auswahl stehenden Argumente zu verfassen. Hierbei wird die Aufnahme der Messwerte durch die Schüler genutzt.

Damit die Schüler bei der Entscheidung für eines der angebotenen Argumente ihr Wissen über gute Argumente anwenden müssen, sollten sie aufgefordert werden, die Stellen zu markieren, die ihrer Meinung nach das Argument qualitativ hochwertig oder unzulänglich machen, oder eine kurze Begründung ihrer Wahl zu schreiben. Nach der Wahl eines guten Argumentes kann zu Übungszwecken noch besprochen werden, weshalb die alternativen Optionen weniger oder nicht geeignet sind, und wie diese verbessert werden könnten.

Je nach Kompetenzniveau der Klasse im Argumentieren ist es darüber hinaus sinnvoll, die Erstellung des Arguments zu sequenzieren. Dafür bietet es sich an, die einzel-

nen Elemente des didaktisch reduzierten Strukturmodells (siehe Abschnitt 2.5 auf S. 12) nacheinander zu erstellen. Die Schüler sollten zuerst eine Legitimation formulieren, und die verschiedenen Legitimationen anschließend im Klassengespräch vergleichen, um die beste Legitimation zu wählen. Diese kann auch aus der Kombination mehrerer Schülerantworten bestehen. Danach kann für die Evidenz und schließlich für die Folgerung analog vorgegangen werden. Alternativ können auch lediglich nur hilfreiche Konjunktionen und Satzanfänge für die drei Elemente des didaktisch reduzierten Strukturschema angeboten werden. In allen Fällen ist es sinnvoll, den Schülern zusätzlich die Checkliste der Qualitätsmerkmale für Argumente (siehe Abschnitt 2.5 auf S. 12) zur Verfügung zu stellen.

Präsentation der Argumente

Bei der Präsentation der Argumente bietet sich ein rein fachliches Scaffold an. Die Schüler, die ihre Gruppe verlassen, um die Argumente der anderen Gruppen anzuhören, sollen ihre oben erwähnte Checkliste der Qualitätsmerkmale für Argumente mitnehmen. Dadurch haben sie einen roten Faden, den sie zur Bewertung abarbeiten können. Mit diesem sollte es ihnen leichter fallen, die Argumente auf die inhaltlichen Qualitätsmerkmale zu untersuchen und somit konstruktives Feedback zu den Argumenten der anderen Gruppen zu geben.

Schreiben des Berichts

Beim Schreiben des Versuchsberichts erhalten die Schüler Hilfe durch den PRG/TSR, an dem sie sich beim Schreiben ihres Berichts orientieren können. Sie erhalten dadurch einen Überblick über die Struktur eines gelungenen Berichts und über die Qualitätsmerkmale der einzelnen Bestandteile des Berichts. Um den Blick jedoch auch auf sprachliche Aspekte und Inhalte zu legen, sollte ein weiterer Abschnitt *Sprache* angefügt werden, der die Fragen

- Sind die Begründungen durch den Gebrauch von Konjunktionen leicht nachzuvollziehen?

-
- Ist die Reihenfolge des Berichts logisch?
 - Ist die verwendete Sprache angemessen?[†]
 - Wurde das Passiv oder Umschreibungen mit „man“ verwendet?
 - Ist der Bericht im Präsens verfasst?

enthält. Zusätzlich müssen im PRG/TSR die Bezeichnungen der Strukturelemente eines Arguments, die im dritten Abschnitt *Das Argument* vorkommen, durch die Bezeichnungen *Folgerung*, *Evidenz* und *Legitimation* des didaktisch reduzierten Strukturschemas ersetzt werden.

Darüber hinaus sollten die Schüler Listen bekommen, die Satzbausteine, Konjunktionen und Kollokationen sowie Formalien beinhalten, die im Bericht eingebracht werden können bzw. beachtet werden müssen. Selbstverständlich ist es den Schülern weiterhin erlaubt, die inhaltsabhängigen Scaffolds zu Satzbausteinen und Kollokationen, die bereits vorhanden sind, zu nutzen, sollten sie diese benötigen. Die Formalien sind in Tabelle 4.2 auf S. 38 aufgeführt und ausgewählte Satzbausteine sind in Tabelle 4.3[‡] auf S. 39 zu finden.

Weitere inhaltsunabhängige Scaffolds sind dann zum einen eine Liste von Konjunktionen, wie

weil	deswegen	da	denn
darum	nämlich	daher	wegen
deshalb	aufgrund	folglich	usw.

die die Schüler in ihrem Bericht nutzen könnten, um ihre Begründungen zu formulieren (vgl. Dreke und Mitterhuber, 2012, S. 13). Des Weiteren sind Adverbien, die zeitliche Abläufe ausdrücken, wie zum Beispiel

[†] Die für Versuchsberichte angemessene Sprache ist die fachspezifische Bildungssprache.

[‡] Die Tabelle enthält keine Satzbausteine zu Einschränkungen, wie beispielsweise *gilt nur für* oder *es sei denn*, da Einschränkungen ein Strukturelement von Argumenten sind, das nicht im didaktisch reduzierten Strukturschema enthalten ist.

Tab. 4.2.: Formalien, die die Schüler beim Schreiben des Berichts beachten müssen

Unsicherheiten

- Du musst die Messunsicherheiten im ganzen Bericht nach demselben Prinzip bestimmen.
- Die Unsicherheiten verbindest du mit dem Messergebnis durch ein Plusminuszeichen z.B. $U = (34 \pm 4) \text{ V}$. Dabei musst du Klammern um Messwert und Unsicherheit setzen, damit die Einheit für beide Werte gilt.
- Die Unsicherheit sollst Du immer auf eine relevante Nachkommastelle (die erste, die nicht Null ist) runden.

Messwerte

- Das Messergebnis sollst Du auf dieselbe Nachkommastelle wie die Unsicherheit runden.

zuerst	am Anfang	dann	danach	anschließend
im Anschluss	als Nächstes	am Ende	zuletzt	usw.

hilfreich für die Schüler, um die Durchführung des Experiments zu beschreiben.

Double-Blind Peer-Review

Im Peer-Review können die Schüler dann den erweiterten PRG/TSR zur Bewertung der Berichte nutzen. Denn sie sollen in ihrem Feedback nicht nur auf die inhaltlichen, sondern auch auf die sprachlichen Aspekte des Berichts achten.

Tab. 4.3.: Ausgewählte Satzbausteine, die die Schüler beim Schreiben des Berichts nutzen können

Durchführung

- Es wurde ... variiert und währenddessen ... konstant gehalten.
- Es wurden Messwerte für ... in Abhängigkeit von ... aufgenommen.

Messwerte

- Der Mittelwert der Messdaten beträgt ...
- Die Streuung der Messwerte ist groß/klein/beträgt...
- Der größte/kleinste Messwert beträgt/liegt bei...

Unsicherheiten

- Da die Messwerte addiert/subtrahiert/multipliziert/dividiert wurden, gilt für die Unsicherheit...
- Die relative Unsicherheit ist groß/klein/beträgt...
- Die Unsicherheit der Messung beträgt...
- Die Unsicherheitsbereiche überlappen sich (nicht).
- Die Unsicherheitsbereiche sind (nicht) miteinander verträglich.

Idealisierungen

- Die Auswirkung der/des ... wurde nicht berücksichtigt, denn...
- Der Einfluss der/des ... ist vernachlässigbar.
- Im idealisierten Fall gilt...

Argumente

- Die untersuchte Forschungsfrage lautet...
- In diesem Experiment wurde die Hypothese ... überprüft
- Durch die Messergebnisse folgt...
- Die Hypothese stimmt, weil...
- Die Evidenz spricht für die Folgerung, da...
- Die Messdaten sind wichtig für die Folgerung, weil...

5. Explizite Anwendung am Beispiel des Fadenpendels

In diesem Kapitel wird die im vorangegangenen Kapitel entwickelte Methode an einer konkreten Experimentiereinheit zum Fadenpendel angewendet. Das Fadenpendel eignet sich aus zwei Gründen besonders, um Sprachbildung und Argument-Driven Inquiry zu verbinden. Einerseits ist es sinnvoll, in der Sekundarstufe I Sprachbildungsmaßnahmen einzusetzen (vgl. Thürmann, Pretzel und Schütte, 2015, S. 33), und andererseits liegt es beim Experimentieren am Fadenpendel nahe, mithilfe von Messdaten zu argumentieren. Da die Schüler keine geeignete Theorie oder ein Modell kennen, können sie ihre Hypothese nur aufgrund von Alltagserfahrungen formulieren und haben am Ende des Experiments nur die Messdaten zur Verfügung, um eine *Folgerung* anzugeben.

Die Experimentiereinheit orientiert sich an einem Vorschlag des ADI (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 284 ff.). Die zu beantwortende Forschungsfrage lautet: *Welche Variablen beeinflussen die Periodendauer eines Fadenpendels?* (vgl. Sampson u. a., 2017, S. 295). In der Schülerhandreichung werden die drei zu untersuchenden Variablen, die Masse, die Fadenlänge und die Amplitude vorgegeben.

Ein mögliches sprachliches Themenfeld, in dem dieses Experiment angewendet werden kann, ist das Themenfeld *mechanische Schwingungen*. Als prototypisches Beispiel kann darin die Bestimmung der Frequenz einer Stimmgabel genutzt werden. Das dritte Experiment kann die Bestimmung der Federkonstanten einer Feder sein. Das Fadenpendel und das Federpendel können beide jeweils in der gemeinsamen Gestaltung oder der individuellen Gestaltung des Unterrichtsplans des generischen Lernens als Experimente

genutzt werden. Je nachdem in welcher der beiden Phasen das Fadenpendel Anwendung finden soll, gibt es Unterschiede zwischen den beiden Realisierungen, weswegen in diesem Kapitel zwei Versionen vorgestellt werden.

5.1. Einführung ins Themenfeld und Scaffolds für beide Versionen

Die Einführung ins Themenfeld ist in beiden Versionen dieselbe. Bevor die Arbeiten am Genre beginnen, sollten die Schüler die grundlegenden Fachbegriffe und Kollokationen zu Schwingungen kennenlernen. Zu diesen Begriffen können dann Scaffolds erstellt werden, die sowohl sprachliche als auch inhaltliche Aspekte enthalten. Die in diesem Abschnitt beschriebenen Scaffolds stellen nur eine Auswahl dar, die nach oben oder unten differenziert werden kann. Diese Ausdifferenzierung ist Teil des Macro-Scaffoldings und von der Lernstands- und Bedarfsanalyse der jeweiligen Klasse abhängig. Die Scaffolds sind in den drei folgenden Abschnitten nach den Themen Experimentiermaterialien, Fachbegriffe und Kollokationen sortiert.

5.1.1. Scaffolds zu Experimentiermaterialien

Für die Planung des Experiments in den Kleingruppen müssen die Schüler die Bezeichnungen der Experimentiermaterialien nutzen. Sollten sie hierbei Probleme haben, können sie die in den Abbildungen 5.1 und 5.2 dargestellten Hilfekarten nutzen.



Stoppuhr, die

Die Stoppuhr
zurücksetzen.

Abb. 5.1.: Hilfekarte Stoppuhr zum
Wortschatzaufbau



Massestück, das

Abb. 5.2.: Hilfekarte Massestück zum
Wortschatzaufbau

5.1.2. Scaffolds zu Fachbegriffen

Sollten die Schüler im Rahmen des Experiments Probleme haben, die Fachbegriffe inhaltlich und sprachlich korrekt zu nutzen, können sie die Hilfekarten nutzen, die in den Abbildungen 5.5 bis 5.14 auf den Seiten 45 bis 47 dargestellt sind. Manche der Hilfekarten beinhalten zudem Kollokationen zur Anwendung der Fachbegriffe. Da die Skizzen des Pendels auf den Hilfekarten relativ klein sind, ist in Abbildung 5.3 auf S. 44 eine größere Version zu finden, die alle Fachbegriffe enthält, die sich skizzieren lassen. Um die Hilfekarten für das ganze sprachliche Themenfeld *mechanische Schwingungen* nutzen zu können, sollten die Hilfekarten auch Skizzen zu anderen Schwingungen enthalten. Dafür wurde als Beispiel die Abbildung 5.4 auf S. 44 erstellt, die dann durch die Fokussierung auf einzelne Fachbegriffe, die Skizzen des Fadenpendels auf manchen Hilfekarten ersetzen kann. Sollten die Hilfekarten groß genug sein, ist es zur besseren Zugänglichkeit für die Schüler ratsam, beide Skizzen zu nutzen.

5. Explizite Anwendung am Beispiel des Fadenpendels

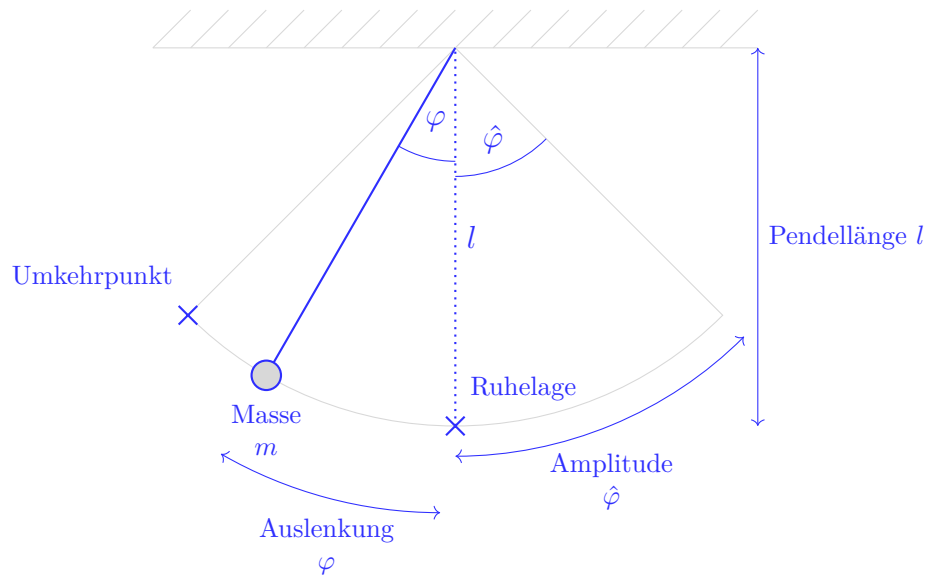


Abb. 5.3.: Skizze des Fadenpendels, die alle Fachbegriffe beinhaltet und als Grundlage der Hilfekarten zu Fachbegriffen genutzt werden kann

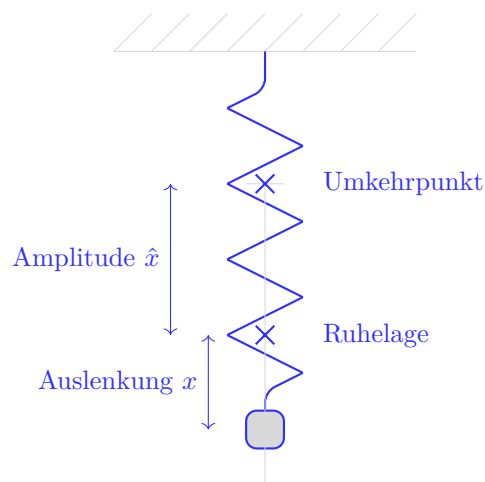


Abb. 5.4.: Skizze des Federpendels, die alle Fachbegriffe beinhaltet und als Grundlage der Hilfekarten zu Fachbegriffen genutzt werden kann

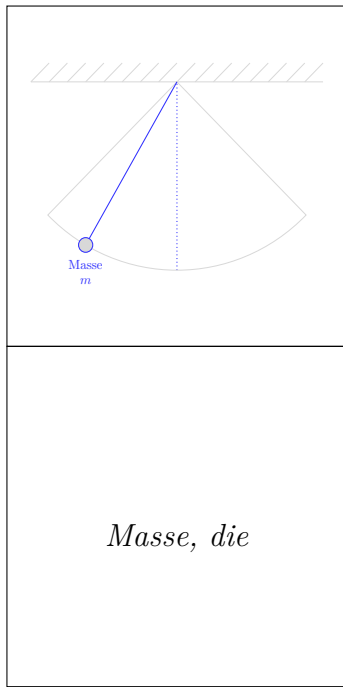


Abb. 5.5.: Hilfekarte Masse zum Wortschatzaufbau

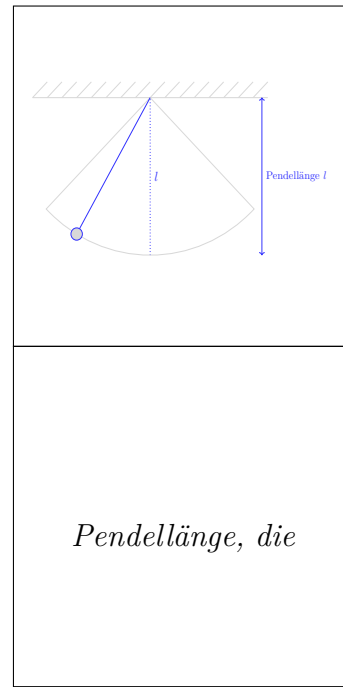


Abb. 5.6.: Hilfekarte Pendellänge zum Wortschatzaufbau

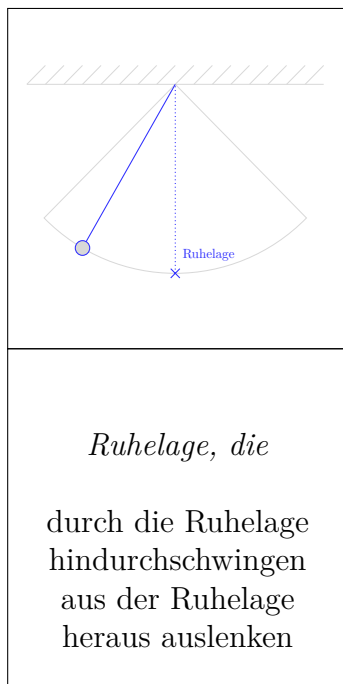


Abb. 5.7.: Hilfekarte Ruhelage zum Wortschatzaufbau

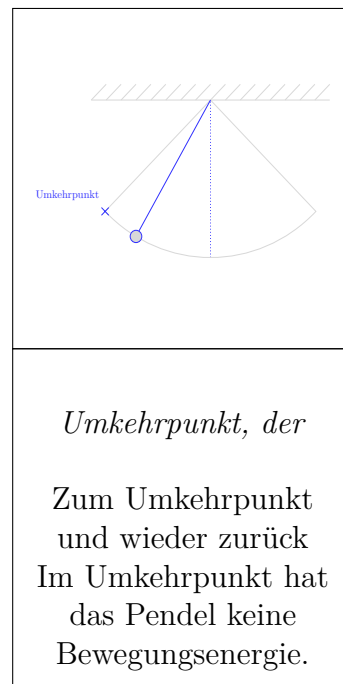


Abb. 5.8.: Hilfekarte Umkehrpunkt zum Wortschatzaufbau

5. Explizite Anwendung am Beispiel des Fadenpendels

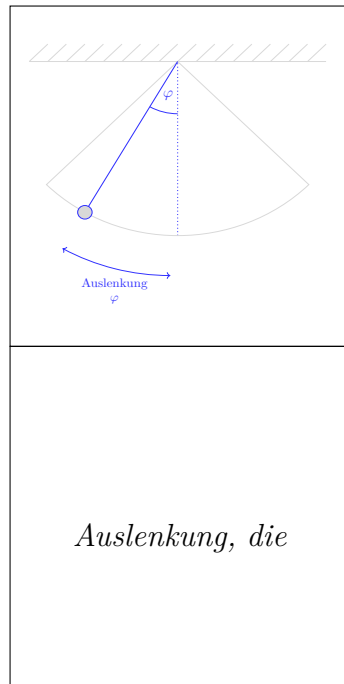


Abb. 5.9.: Hilfekarte Auslenkung zum Wortschatzaufbau

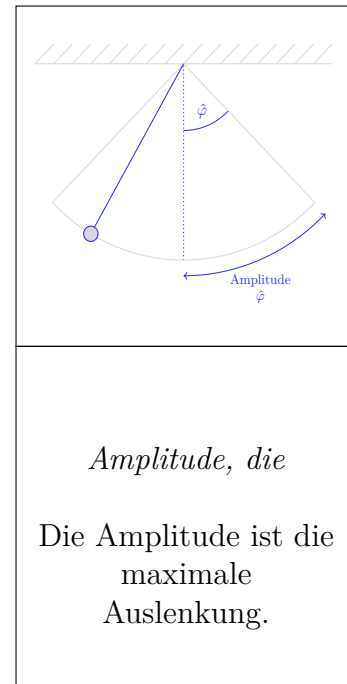


Abb. 5.10.: Hilfekarte Amplitude zum Wortschatzaufbau

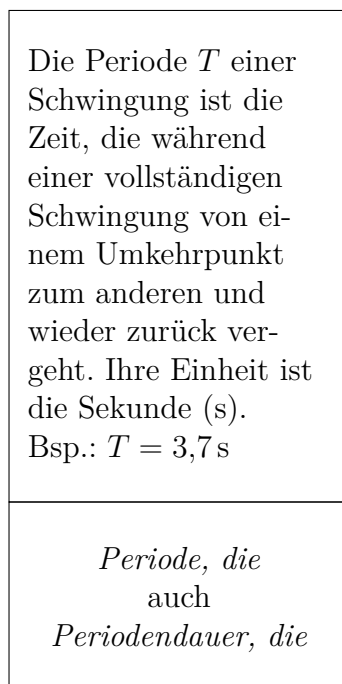


Abb. 5.11.: Hilfekarte Periode zum Wortschatzaufbau

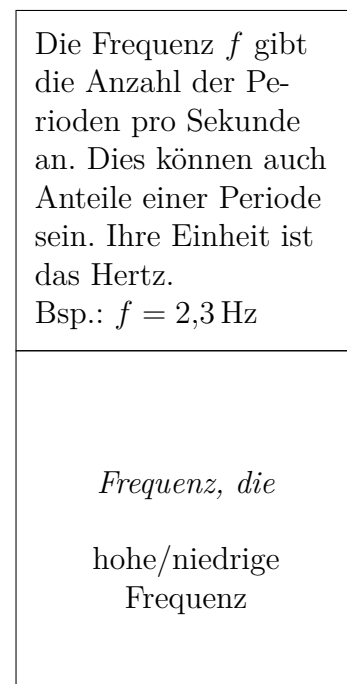


Abb. 5.12.: Hilfekarte Frequenz zum Wortschatzaufbau

Die Federkonstante k einer Feder beschreibt, wie fest oder hart die Feder ist. Sie gibt an wie viel Kraft benötigt wird, um die Feder einen Meter zu dehnen. Ihre Einheit ist das Newton pro Meter. Bsp.: $k = 2,9 \text{ N/m}$
<i>Federkonstante, die</i>

Abb. 5.13.: Hilfekarte Federkonstante zum Wortschatzaufbau

Als Rückstellkraft wird die Kraft bezeichnet, die den aus der Ruhelage heraus ausgelenkten Schwingungskörper wieder zurück in Richtung der Ruhelage beschleunigt.
<i>Rückstellkraft, die</i> Die Rückstellkraft beim Fadenpendel ist der tangentielle Anteil der Gewichtskraft.

Abb. 5.14.: Hilfekarte Rückstellkraft zum Wortschatzaufbau

5.1.3. Scaffolds zu Kollokationen

Typische Kollokationen im Kontext des Fadenpendels können den Schülern durch die folgende Liste zur Verfügung gestellt werden.

- Das Pendel schwingt hin und her.
- Das Pendel ist/wird ausgelenkt.
- Das Pendel ist in Ruhe.
- Das Pendel befindet sich in Ruhe.

5.2. Vorgehen in der Phase der gemeinsamen Gestaltung

Wie bereits im Abschnitt 4.2.1 auf S. 30 erwähnt, ist es in der Phase der Gemeinsamen Gestaltung sinnvoll, die Messwerte der Kleingruppen zusammenzutragen und einen Mittelwert zu bestimmen. Um Unterrichtszeit zu sparen, kann bei der Durchführung am Fadenpendel die Untersuchung der verschiedenen Variablen Masse, Pendellänge und Amplitude zwischen den Kleingruppen aufgeteilt werden. Untersuchen jeweils mindestens zwei Gruppen eine Variable, können deren Ergebnisse später im Plenum gemittelt und anschließend ein gemeinsames Argument erarbeitet werden, das alle drei Variablen berücksichtigt. Zur Unterstützung der Schüler ist es hier angebracht, das Verfassen des Arguments durch Auswahlmöglichkeiten zu erleichtern. Die dazu benötigten Optionen wurden in die einzelnen Elemente des didaktisch reduzierten Strukturschemas aufgeteilt, damit eine Sequenzierung der Erstellung des Arguments möglich ist (vgl. Abschnitt 4.2.2 auf S. 34). Die Optionen aller drei Elemente beschränken sich hier zur Übersichtlichkeit auf die Variable der Masse. Die Optionen für die beiden anderen Variablen können analog erstellt werden. Für die Legitimation wurden wegen der vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten keine vollständigen Optionen, sondern eine Auswahl an Bausteinen erstellt, aus denen sich die Schüler ihre persönliche Legitimation zusammenstellen können.

Legitimation

- Für jedes der drei Massestücke wurde die Periodendauer jeweils zehn Mal gemessen und das Ergebnis durch .
- Für jedes der drei Massestücke wurde die Periodendauer jeweils einmal gemessen.
- Es wurden immer zehn Perioden gemessen, um den Einfluss der Reaktionszeit zu minimieren.
- Es wurde immer eine Periode gemessen, um eine direkte Messung zu realisieren.

-
- Als Unsicherheit der Zeitmessung wurde die letzte Stelle der Anzeige der Stoppuhr, also 0,01 s, genutzt.
 - Die Unsicherheit der Zeitmessung wurde mit der Reaktionszeit von 0,5 s abgeschätzt.
 - Die Unsicherheit der Zeitmessung wurde mit der Varianz der Reaktionszeit von 0,2 s abgeschätzt*.

Evidenz

Die Messdaten, mit denen die Mittelwerte und Unsicherheiten für die Optionen der Evidenz berechnet wurden, sind im Anhang A.2 auf S. 58 dargestellt.

- Die Ergebnisse der Periodendauer für die drei Massen sind $T_{m_1} = (2,014 \pm 0,001) \text{ s}$, $T_{m_2} = (2,012 \pm 0,001) \text{ s}$ und $T_{m_3} = (2,041 \pm 0,001) \text{ s}$. Im Rahmen der Unsicherheit unterscheiden sich die Messergebnisse der Periodendauer für die verschiedenen Massen nicht voneinander.
- Die Ergebnisse der Periodendauer für die drei Massen sind $T_{m_1} = (2,014 \pm 0,001) \text{ s}$, $T_{m_2} = (2,012 \pm 0,001) \text{ s}$ und $T_{m_3} = (2,041 \pm 0,001) \text{ s}$. Im Rahmen der Unsicherheit unterscheiden sich die Messergebnisse der Periodendauer für die verschiedenen Massen voneinander.
- Die Ergebnisse der Periodendauer für die drei Massen sind $T_{m_1} = (2,014 \pm 0,020) \text{ s}$, $T_{m_2} = (2,012 \pm 0,020) \text{ s}$ und $T_{m_3} = (2,041 \pm 0,020) \text{ s}$. Im Rahmen der Unsicherheit unterscheiden sich die Messergebnisse der Periodendauer für die verschiedenen Massen nicht voneinander.
- Die Ergebnisse der Periodendauer für die drei Massen sind $T_{m_1} = (2,01 \pm 0,02) \text{ s}$, $T_{m_2} = (2,01 \pm 0,02) \text{ s}$ und $T_{m_3} = (2,04 \pm 0,02) \text{ s}$. Im Rahmen der Unsicherheit unterscheiden sich die Messergebnisse der Periodendauer für die verschiedenen Massen nicht voneinander.

* Eine Erklärung dieses Vorgehens ist in Hellwig, Schulz und Priemer, 2017, S. 21 f. zu finden.

5. Explizite Anwendung am Beispiel des Fadenpendels

- Wir haben die Mittelwerte $T_{m_1} = (2,01 \pm 0,02) \text{ s}$, $T_{m_2} = (2,01 \pm 0,02) \text{ s}$ und $T_{m_3} = (2,04 \pm 0,02) \text{ s}$ berechnet, damit können wir keinen Unterschied zwischen den Werten feststellen.
- Die Ergebnisse der Periodendauer für die drei Massen sind $T_{m_1} = (2,01 \pm 0,05) \text{ s}$, $T_{m_2} = (2,01 \pm 0,05) \text{ s}$ und $T_{m_3} = (2,04 \pm 0,05) \text{ s}$. Im Rahmen der Unsicherheit unterscheiden sich die Messergebnisse der Periodendauer für die verschiedenen Massen nicht voneinander.

Folgerung

- Die Masse beeinflusst die Periodendauer ein bisschen.
- Die Masse beeinflusst die Periodendauer nicht.
- Die Masse beeinflusst die Periodendauer linear.
- Das Massestück beeinflusst die Periodendauer nicht.

Nachdem im Plenum mit diesen Optionen und anschließender Diskussion ein gemeinsames Argument erstellt wurde, entfällt der Schritt *Präsentation der Argumente* wie immer in der gemeinsamen Gestaltung. Demnach folgt die *Explizite und reflektierende Diskussion* direkt auf das *Erarbeiten eines ersten Arguments* und die restlichen Schritte des Unterrichtsplans des ADI können daran wie gewohnt anknüpfen.

5.3. Vorgehen in der Phase der individuellen Gestaltung

In dieser Phase kann der Unterrichtsplan des ADI wie gewohnt durchgeführt werden. Es können aber in unterschiedlichen Schritten noch Scaffolds angeboten werden. Im Schritt *Erarbeiten eines ersten Arguments* können entweder wie in der gemeinsamen Gestaltung verschiedene Argumente als Auswahloptionen angeboten werden, oder die Erstellung der Argumente nur durch die Liste der Qualitätsmerkmale eines Arguments unterstützt werden (siehe Tabelle 2.1 auf S. 16). Die restlichen Schritte des ADI können dann in

ihrer üblichen Weise anschließen, wobei die Schüler weiterhin durch kontextunabhängige Scaffolds Unterstützung erhalten können. Zu den kontextunabhängigen Scaffolds zählen die Liste der Qualitätsmerkmale von Argumenten, der erweiterte PRG/TSR, die Formeln und Satzbausteine für den Versuchsbericht sowie die Listen zu Konjunktionen und Kollokationen (siehe Abschnitt 4.2.2 auf Seite 34 ff.).

5.4. Ergebnisse

Durch die Erstellung der Scaffolds für das sprachliche Themenfeld *mechanische Schwingungen* und die Verwendung dieser in Experimenten zu unterschiedlichen Schwingungen kann den Schülern leicht aufgezeigt werden, dass die Fachbegriffe Auslenkung, Ruhelage, Periode usw. universell für alle (mechanischen) Schwingungen anwendbar sind, sich deren explizite Bedeutung jedoch für die einzelnen konkreten Schwingungen unterscheiden. So ist die Auslenkung beim Fadenpendel ein Winkel und beim Federpendel eine Strecke.

Im didaktisch reduzierten Strukturschema ist es nicht möglich die unterschiedlichen Fälle für der Abhängigkeit der Periodendauer von der Auslenkung für kleine bzw. große Winkel zu thematisieren. Es können nur die beiden konträren *Folgerungen* aufgestellt werden, dass die Auslenkung die Periodendauer entweder beeinflusst oder nicht. Für eine differenziertere Aussage fehlt dem didaktisch reduzierten Strukturschema das Element *rebuttal* des Toulmin-Strukturschemas (siehe Abschnitt 2.2 auf S. 4).

Die Sequenzierung des Verfassens der Argumente in die einzelnen Elemente in Verbindung mit Auswahloptionen zu den Elementen lässt sich realisieren, allerdings erreichen die Optionen durch die vielfachen Kombinationsmöglichkeiten der unterschiedlichen Aspekte schnell eine große Anzahl und werden dadurch unübersichtlich. Eine Lösung hierfür kann es sein, ein Merkmal der Optionen in den Fokus zu stellen und nur dieses zu variieren, wodurch die Anzahl der Optionen eingeschränkt wird. Eine andere Lösung ist es wie bei der *Legitimation* Bausteine anzubieten, aus denen die Schüler ihre Elemente zusammenstellen können.

Insgesamt betrachtet lässt sich die entwickelte Methode am Beispiel des Fadenpendels

5. Explizite Anwendung am Beispiel des Fadenpendels

bzw. im sprachlichen Themenfeld *mechanische Schwingungen* meines Erachtens problemlos anwenden. Die durch die Anwendung entstandene Unterrichtseinheit bietet vielfache Möglichkeiten zur sprachlichen und fachlichen Unterstützung der Schüler.

6. Fazit

Im Laufe dieser Arbeit hat sich die Bedeutung des Argumentierens für fachliche und sprachliche Aspekte des Physikunterrichts herausgestellt. Die fachliche Relevanz wird an den möglichen Ansatzpunkten des Argumentierens in den Teilkompetenzen des Experimentierens deutlich (siehe Abschnitt 2.5 auf S. 12). Fast alle Teilstufen des Experiments tragen einen Anteil zur Entstehung des Arguments bei. Diese Allgegenwärtigkeit des Argumentierens spiegelt sich auch implizit in den Bildungsstandards wider. Zum Beispiel hat der Standard E8 „Die Schülerinnen und Schüler [...] planen [...] Experimente, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse“ (Kultusministerkonferenz, 2004, S. 11) wenig explizite Berührungspunkte mit dem Argumentieren. Allerdings gehört zum Strukturelement der *Legitimation* die Planung eines zur Beantwortung der Forschungsfrage relevanten Experiments sowie dessen Durchführung und Auswertung. Diese Aufgaben entsprechen der in E8 beschriebenen Kompetenz und somit beinhaltet der Standard E8 implizit argumentative Kompetenzen. Darüber hinaus lassen sich weitere argumentative Kompetenzen in den Standards der anderen Kompetenzbereiche wiederfinden.

In der Sprachbildung findet sich das Argumentieren im Gegensatz zur Physik nicht in jedem Teilgebiet wieder, jedoch eignet es sich als Diskursfunktion, um die Notwendigkeit der Sprachbildung im Fachunterricht hervorzuheben. Denn um gut argumentieren zu können, müssen die Schüler auf der Wort- Phrasen- und Diskursebene sprachlich gestalten (siehe Abschnitt 3.1.2 auf S. 20), was ihnen ohne Sprachbildung schwerfallen kann.

Die Verknüpfung der Sprachbildung und der Physikdidaktik über Scaffolding und Argument-Driven Inquiry ist wie in den Kapiteln 4 und 5 nicht nur möglich, sondern auch

fruchtbar für sprachsensiblen Physikunterricht zum Argumentieren. Damit die Schüler jedoch überhaupt in der Lage sind, sinnvoll mit Daten zu argumentieren, müssen sie ein grundsätzliches Verständnis zu Messunsicherheiten aufweisen. Dafür bietet sich eine vorangestellte Unterrichtseinheit zum reduzierten Sachstrukturmodell nach Hellwig (Hellwig, 2012) an.

Die tatsächliche Anwendbarkeit des Unterrichtsplans zur Verbindung der Unterrichtspläne des generischen Lernens und des Argument-Driven Inquiry wurde nur für ein Beispiel dargestellt und kann deshalb nicht für allgemeine Fachinhalte angenommen werden. Durch die weitreichenden physikalischen Inhalte, in denen der Unterrichtsplan des ADI Anwendung findet, ist es jedoch naheliegend, dass sich auch die Verbindung der beiden Unterrichtspläne in vielen physikalischen Fachinhalten anwenden lässt.

Wie in Abschnitt 5.4 auf S. 51 dargestellt, reicht das didaktisch reduzierte Strukturschema nicht aus, um alle physikalischen Gegebenheiten zu beschreiben bzw. alle Elemente eines Arguments zu benennen. Für den Gebrauch in der Sekundarstufe I reicht es aber weitestgehend aus, um den Schülern als Hilfestellung zum Argumentieren zu dienen. Für die Sekundarstufe II könnte das Schema durch weitere Elemente des Toulmin-Strukturschemas erweitert werden. Durch solche Erweiterungen können die Argumente der Schüler qualitativ noch hochwertiger werden (vgl. Schramm u. a., 2013, S. 297).

Bei der Entwicklung der Methode sind nicht nur kontextbezogene, sondern auch kontextunabhängige Scaffolds entstanden. Hierzu zählen die Liste der Qualitätsmerkmale für Argumente, der erweiterte PRG/TSR, Formalien für den Versuchsbericht usw. (siehe Abschnitt 4.2.2 auf S. 34), die für alle Experimente genutzt werden können, die nach der hier vorgestellten Methode durchgeführt werden. Dadurch ist der zeitliche Aufwand für die Unterrichtsvorbereitung vergleichbar mit dem der Vorbereitung normalen sprachsensiblen Unterrichts und fokussiert sich auf die Erstellung der Scaffolds kontextbezogener Fachbegriffe und Kollokationen.

Ein zeitlicher Mehraufwand ist in einem gewissen Rahmen dennoch zu tolerieren, da Argumentieren einerseits in der Sprachbildung (als Diskursfunktion) und andererseits in der Physik (als Verknüpfung der vier Bildungsstandards) ein hohes Kompetenzniveau

erfordert und dies in jeder Klasse ein hohes Ziel darstellt. Darüber hinaus ist Argumentieren für die Schüler auch außerhalb der Schule wichtig, um mündige Bürger zu werden und ihre Überzeugungen weitergeben zu können. Abschließend lässt sich festhalten, dass Scaffolding und der Unterrichtsplan des Argument-Driven Inquiry mithilfe der entwickelten Methode zu deren Verbindung geeignet sind, diese beiden hohen Ansprüche zu verfolgen.

Der logisch nächste Schritt, der an diese Arbeit anschließt, ist die empirische Erprobung der entwickelten Methode. Dabei sollten die Effekte der Scaffolds, der zeitliche Mehraufwand und selbstverständlich der sprachliche und fachliche Kompetenzzuwachs im Argumentieren der Schüler durch die entwickelte Methode untersucht werden.

A. Messwerte

A.1. Messwerte Temperatur in einem Pullover

Tab. A.1.: Messwerte des Experiments *Temperatur im Pullover*

Messung	Umgebungstemperatur T_U [°C]	Temperatur im Pullover T_P [°C]
1	25	26
2	26	26
3	25	26
4	26	26
5	26	26
6	26	26
7	26	26
8	26	26
9	26	26
10	26	26

Die Messunsicherheit des verwendeten Thermometers beträgt $u_T = 1^\circ\text{C}$.

A.2. Messwerte Einfluss der Masse auf die Periodendauer beim Fadenpendel

Die Massen der drei verwendeten Massestücke betragen jeweils

$$m_1 = (240 \pm 1) \text{ g}$$

$$m_2 = (459 \pm 1) \text{ g}$$

$$m_3 = (1916 \pm 1) \text{ g}$$

und sie sind jeweils Zylinder desselben Volumens.

Tab. A.2.: Messwerte des Experiments *Einfluss der Masse auf die Periodendauer beim Fadenpendel*

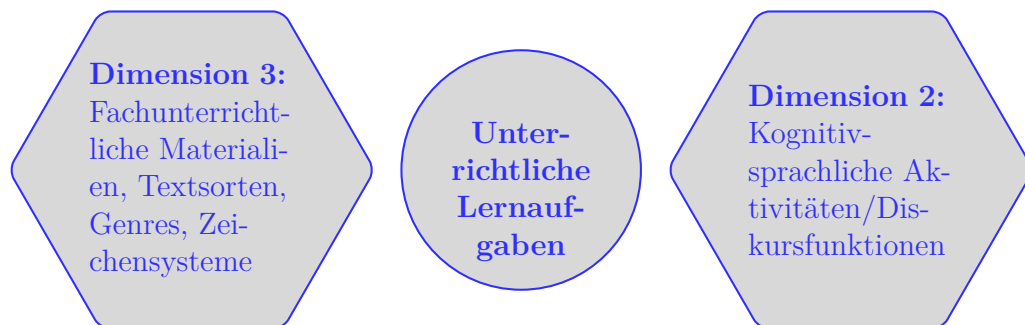
Messung	Periodendauer T [s]		
	m_1	m_2	m_3
1	20,02	20,04	20,31
2	20,07	20,14	20,40
3	20,24	20,02	20,40
4	20,17	20,09	20,48
5	20,12	20,12	20,50
6	20,17	20,15	20,40
7	20,09	20,17	20,53
8	20,24	20,15	20,21
9	20,17	20,18	20,32
10	20,15	20,14	20,59

B. Modell zur Beschreibung von Schulsprache im Fachunterricht

In Abbildung B.1 auf S. 60 ist das *Modell zur Beschreibung von Schulsprache im Fachunterricht* dargestellt.

Dimension 1: Felder sprachlichen Handelns im Fachunterricht

Fähigkeit, sich an unterrichtlicher Interaktion/Kommunikation zu beteiligen	Fähigkeit, Informationen zu beschaffen, zu erschließen und zu verarbeiten	Fähigkeit, eigenes Wissen zu strukturieren, anzupassen und zu erweitern	Fähigkeit, Arbeitsergebnisse + Methoden d. Gewinnung zu präsentieren und zu diskutieren	Fähigkeit, Ergebnisse und Vorgehensweisen kritisch zu reflektieren + optimieren
---	---	---	---	---



Dimension 4: Textkompetenz - Diskursfähigkeit

Diskursstrategien wie z.B. Fokussieren, Elaborieren, Hypothesen bilden, „Grounding“, Leserführung, Positionieren

Textualitätskriterien wie z.B. : Register, Textstruktur, Themenentfaltung, Kohäsion, Kohärenz

Sprachliche Mittel: Aussprache, Schreibung, Wortschatz, Grammatik, Pragmatik/Diskursmarkierung

Kommunikative Aktivitäten: Hörverstehen, Leseverstehen, zusammenhängend Sprechen, an Gesprächen teilnehmen, Schreiben, Sprachmitteln

Abb. B.1.: Modell zur Beschreibung von Schulsprache im Fachunterricht (Abbildung entnommen aus Vollmer und Thürmann, 2010, S. 113)

C. Erklärung zum Gendern

An dieser Stelle möchte ich darlegen, warum ich mich dazu entschieden habe, in dieser Arbeit mit dem generischen Neutrum zu gendern und auch im Singular konsequent das neutrale Geschlecht zu verwenden, sprich *das Schüler* im Singular bzw. *die Schüler* im Plural. Spätestens seit das Bundesverfassungsgericht beschlossen hat, dass ein drittes Geschlecht im Geburtenregister nötig ist (vgl. Rath, 8.11.2017), reicht es meiner Ansicht nach nicht mehr aus, beim Gendern nur die beiden binären Geschlechter *männlich* und *weiblich* zu berücksichtigen. Beliebte Lösungen dazu sind der Gendergap (die Schüler_innen) oder das Gendersternchen (die Schüler*innen). Beide Varianten sind jedoch länger als das generische Maskulin (die Schüler) und somit im Sinne der Relevanztheorie weniger relevant.

Die Relevanztheorie bewertet die Relevanz von Aussagen. Dies geschieht anhand ihrer kontextuellen Wirkung und dem Aufwand, der damit verbunden ist, die Aussage in diesem Kontext zu verarbeiten (vgl. Sperber und Wilson, 1995, S. 125). Um dies klarer zu machen, folgt ein Beispiel mit Kontext:

Ich bin mit einem neuen Bekannten auf einer Party und werde von ihm gefragt, wer die Frau sei, mit der ich gerade geredet habe. Dann haben die drei Aussagen

- i) Sie ist meine Nichte.
- ii) Sie ist die Tochter meiner Schwester.
- iii) Sie ist mit mir verwandt.

unterschiedliche Relevanz. Die Aussage i) hat dieselbe kontextuelle Wirkung wie Aussage ii) ist aber deutlich einfacher zu verarbeiten und dadurch relevanter. Die kontextu-

elle Wirkung von Aussage iii) ist im Vergleich zu den ersten beiden Aussagen geringer und die Aussage somit weniger relevant. Folglich sind die Formen das Schüler und die Schüler (neutral) relevanter als beispielsweise der/die Schüler*in und die Schüler*innen. Ich bin der Meinung, dass relevantere Formulierungen aufgrund ihres geringeren Verarbeitungsaufwands eher geeignet sind, in den alltäglichen Sprachgebrauch aufgenommen zu werden. Deswegen nutze ich das generische Neutrum anstatt der anderen oben angeführten Formen.

Ich gendere auch im Singular, da ich einzelne Personen nicht diskriminieren möchte, indem ich ihnen ein grammatikalisches Geschlecht zuweise. Das mag zuerst sehr drastisch klingen, ist meiner Meinung nach jedoch vor allem im Schulkontext bzw. im Umgang mit jungen Menschen wichtig, da in diesem Alter Genderidentitäten gefunden werden und dieser Prozess nicht durch Stereotype in der Sprache gestört werden sollte. Dass dieser Bedarf wirklich existiert, habe ich in meinem Praxissemester erlebt, als in einer siebten Klasse ein Fragebogen mit der Geschlechtsangabe *non-binary* ausgefüllt wurde. Der Duden fordert dazu auf, bei Bezug auf eben solche „konkrete[n], bekannte[n] Individuen [...] den passenden gendergerechten Ausdruck zu verwenden“ (Diewald und Steinhauer, 2017, S. 76). Allerdings nennt er einen solchen Ausdruck für Personen außerhalb des binären Geschlechtsspektrums nicht, weswegen ich der Aufforderung, sich beim Gendern auszuprobieren, sofern man nicht an das amtliche Regelwerk gebunden ist (vgl. Diewald und Steinhauer, 2017, S. 44), nachgehe und auch im Singular durchgehend das Neutrum verwende.

Mir ist bewusst, dass die konsequente Nutzung des Neutrums eventuell Personen diskriminiert, die lieber klar feminin, maskulin oder auf eine andere Weise ihrer Wahl gegendert werden wollen. Aber ich hoffe, dass ich mit diesem Vorgehen am wenigsten Diskriminierung verursache. Sollte sich trotzdem eine Person, die in dieser Arbeit angesprochen wird, nicht angemessen in ihrem Geschlecht oder Gender repräsentiert fühlen, bitte ich um Entschuldigung und lade gerne zum gemeinsamen Gespräch ein. Darüber hinaus freue ich mich auch über jegliche Kritik und Feedback anderer Art.

Literatur

- Diewald, Gabriele und Anja Steinhauer (2017). *Richtig gendern. Wie Sie angemessen und verständlich schreiben*. 1. Aufl. Berlin: Dudenverlag.
- Dreke, Michael und Dieter Mitterhuber (2012). *Durchgängige Sprachbildung am Beispiel der Operatoren. Methodensammlung mit 36 Aktivitäten - Grundschule bis Sekundarstufe II*. Hrsg. von Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung. Hamburg: Li.
- Ehrlich, Konrad, Renate Valtin und Beate Lütke (2012). *Expertise „Erfolgreiche Sprachförderung unter Berücksichtigung der besonderen Situation Berlins“*. URL: www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/schulqualitaet/mdb-sen-bildung-schulqualitaet-expertise_sprachfoerderung.pdf (aufgerufen am 09.07.2019).
- Franken, Anna Ulrike und Eva Pretzel (2019). *Schreiben in Biologie, Geschichte und Mathematik (Klasse 7-10). Schriftlichkeit im sprachsensiblen Fachunterricht*. Münster: Waxmann.
- Gibbons, Pauline (2002). *Scaffolding language, scaffolding learning. Teaching Second Language Learners in the Mainstream Classroom*. Portsmouth: Heinemann.
- (2009). *English Learners, Academic Literacy, and Thinking. Learning in the Challenge Zone*. English. Portsmouth: Heinemann.
- Götz, Rainer, Helmut Dahncke und Fritz Langensiepen, Hrsg. (1990). *Handbuch des Physikunterrichts. Sekundarbereich I*. Bd. 1: Mechanik 1. Köln: Aulis.
- Greiner, Ulrike und Wolfgang Hallet (2019). “Sprachliche Bildung im 21. Jahrhundert. Von der Schriftlichkeit zur Multiliteralität”. In: *Deutsch im mehrsprachigen Umfeld. Sprachkompetenzen begreifen, erfassen, fördern in der Sekundarstufe*. Hrsg. von An-

- Enders, Ulrike Greiner und Margareta Strasser. Hannover: Klett Kallmeyer, S. 18–39.
- Gromadecki, Ulrike (2009). *Argumente in physikalischen Kontexten. Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?* Berlin: Logos.
- Hammond, J. und P. Gibbons (2005). “Putting scaffolding to work: The contribution of scaffolding in articulating ESL education”. In: *Prospect* 20 (1), S. 6–30.
- Hammond, Jennifer (2001). *Scaffolding. Teaching and Learning in Language and Literacy Education*. Newtown: Primary English Teaching Association.
- Hellwig, J., J. Schulz und B. Priemer (2017). “Messunsicherheiten im Unterricht thematisieren. Ausgewählte Beispiele für die Praxis”. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 66.2, S. 16–22.
- Hellwig, Julia (2012). “Messunsicherheiten verstehen. Entwicklung eines normativen Sachstrukturmodells am Beispiel des Unterrichtsfaches Physik”. Diss. Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Physik und Astronomie.
- Jiménez-Aleixandre, Mária Pilar und Sibel Erduran (2007). “Argumentation in Science Education. An Overview”. In: *Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research*. Hrsg. von Mária Pilar Jiménez-Aleixandre und Sibel Erduran, S. 3–27.
- Kniffka, Gabriele und Birgit Neuer (2017). “Sprachliche Anforderungen in der Schule”. In: *Basiswissen Lehrerbildung. DaZ unterrichten*. Hrsg. von Hartmut Günther u. a. Seelze: Klett Kallmeyer, S. 37–49.
- Kultusministerkonferenz (2004). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) URL: www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf (aufgerufen am 10.07.2019).
- Leisen, Josef (2005). “Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? Sprache und Physikunterricht”. In: *Naturwissenschaften im Unterricht: Physik* 87, S. 4–9.

-
- (21.11.2011). *Praktische Ansätze schulischer Sprachförderung. Der sprachensible Fachunterricht*. URL: www.hss.de/fileadmin/media/downloads/Berichte/111027_RM_Leisen.pdf (aufgerufen am 09.07.2019).
- M. Tardy, Christine (2012). “Genre-Based Language Teaching”. In: *The Encyclopedia of Applied Linguistics*. Hrsg. von C. A. Chapelle.
- Osborne, Jonathan u. a. (2001). “Enhancing the quality of argument in school science”. In: *School Science Review* 82, S. 63–70.
- Rath, Christian (8.11.2017). “Dritte Option neben Mann und Frau. Beschluss des Bundesverfassungsgerichts”. In: *taz, die tageszeitung*. URL: taz.de/Beschluss-des-Bundesverfassungsgerichts/!5458877/ (aufgerufen am 26.06.2019).
- Sampson, Victor, Jonathon Grooms und Joi Phelps Walker (2011). “Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments. An exploratory study”. In: *Science Education* 95.2, S. 217–257.
- Sampson, Victor u. a. (2017). *Argument-Driven Inquiry in Physics. Mechanics lab investigations for grad 9-12*. 1. Aufl. Arlington: NSTA Press, National Science Teachers Association.
- Schramm, Karen u. a. (2013). “Wissenschaftliches Begründen im Sachunterricht”. In: *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen*. Hrsg. von Michael Becker-Mrotzek u. a. Münster: Waxmann, S. 295–314.
- Shanahan, Timothy und Cynthia Shanahan (2008). “Teaching Disciplinary Literacy to Adolescents. Rethinking Content- Area Literacy”. In: *Harvard Educational Review* 78 (1), S. 40–59.
- Sperber, Dan und Deirdre Wilson (1995). *Relevance. Communication and Cognition*. 2. Aufl. Blackwell Publishers.
- Thürmann, Eike, Eva Pretzel und Anna Ulrike Schütte (2015). “Der schlafende Riese: Versuch eines Weckrufs zum Schreiben im Fachunterricht”. In: *Schreiben als Medium des Lernens. Kompetenzentwicklung durch Schreiben im Fachunterricht*. Hrsg. von Sabine Schmölzer-Eibinger und Eike Thürmann. Münster: Waxmann, S. 17–45.

- Toulmin, Stephen E. (2003). *The Uses of Argument*. 2. Aufl. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vollmer, Helmut Johannes (2011). *Schulsprachliche Kompetenzen*. URL: <http://www.home.uni-osnabrueck.de/hvollmer/VollmerDF-Kurzdefinitionen.pdf> (aufgerufen am 22.07.2019).
- Vollmer, Helmut Johannes und Eike Thürmann (2010). “Zur Sprachlichkeit des Fachlernens. Modellierung eines Referenzrahmens für Deutsch als Zweitsprache”. In: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Hrsg. von Bernt Ahrenholz. Tübingen: Narr, S. 107–132.
- Zwahr, Annette, Hrsg. (2003). *Meyers grosses Taschenlexikon*. 9. Aufl. Bd. 12: Kernl-Krim. Mannheim: Meyers.

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und noch nicht für andere Prüfungen eingereicht habe. Sämtliche Quellen einschließlich Internetquellen, die unverändert oder abgewandelt wiedergegeben werden, insbesondere Quellen für Texte, Grafiken, Tabellen und Bilder, sind als solche kenntlich gemacht. Mir ist bekannt, dass bei Verstößen gegen diese Grundsätze ein Verfahren wegen Täuschungsversuchs bzw. Täuschung eingeleitet wird.

Berlin, den 6. September 2019

(Unterschrift)