

**BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN im Versuchsprotokoll:
Erste Ergebnisse des SchriFT II-Projektes im Fach Physik**
- Einblicke in das Studiendesign und die Intervention -

Philip Timmerman, Heiko Krabbe

Ruhr-Universität Bochum, AG Didaktik der Physik, Postfach NB/123, 44780 Bochum
<mailto:philip.timmerman@rub.de>, <mailto:heiko.krabbe@rub.de>

Kurzfassung

Das interdisziplinäre BMBF-Verbundprojekt „*Schreiben im Fachunterricht der Sekundarstufe I unter Einbeziehung des Türkischen, SchriFT II*“ (2017–2020) der Universität Duisburg-Essen und der Ruhr-Universität Bochum erforscht, inwiefern gezieltes Einüben der sprachlich-kognitiven Handlungen BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN in fachspezifischen Textsorten eine fächerübergreifende Koordination der Sprachförderung in den Fächern Geschichte, Physik, Politik und Technik mit dem Deutsch- und türkischem Herkunftssprachunterricht ermöglicht.

Im Teilprojekt der Physik wird auf Basis des „Genre-Cycles“ (Rose & Martin, 2012) am Beispiel des Versuchsprotokolls untersucht, inwiefern die Förderung von Textprozeduren (Feilke, 2014) zum BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN das fachliche Verständnis fördern und zu einer fächerübergreifenden Sprachentwicklung beitragen können. Es gibt zwei Interventionsgruppen, eine zu den fachspezifischen Handlungsmustern, die andere zu den sprachlichen Ausdrucksmitteln der Textprozeduren. Die Intervention erfolgt in zehn 8. Klassen an NRW-Gesamtschulen im Rahmen der Themen elektrische Ladung (BESCHREIBEN), elektrische Stromstärke (ERKLÄREN) und elektrische Spannung (BEGRÜNDEN). Der Beitrag gibt einen Einblick in die Interventionsmaterialien und eine erste qualitative Auswertung von Schülertexten.

1. Grundlagen

Für die systematische Entwicklung von physikalischem und naturwissenschaftlichem Wissen spielt die Fachsprache eine wichtige Rolle (Wellington & Osborne, 2001; Lemke, 1990). Sprache im Physikunterricht ist mehr als nur ein Werkzeug zur Benennung und Darstellung physikalischer Sachverhalte, denn physikalisches Verstehen entwickelt sich mit und durch die Sprache (Norris & Phillips, 2003). Fachliche Systematik und fachspezifische Denk- und Erkenntnisformen sind mit sprachlichem Handeln verbunden (Grießhaber, 2010) und erfordern daher auch die Entwicklung grundsätzlicher sprachlicher Kompetenzen (Beese & Roll, 2013; Boubakri, Beese, Krabbe, Fischer & Roll, 2017). Bildungssprachliche Kompetenzen und der schulische Sprachgebrauch sind mitentscheidend für den Zugang zu schulisch relevantem Wissen (Gogolin & Duarte, 2016). Deshalb sollte Sprachvermittlung in Verbindung mit fachlichen Konzepten integraler Bestandteil des Physikunterrichts sein (Becker-Mrotzek, Schramm, Thürmann & Vollmer, 2013; Schmölzer-Eibinger, Dorner, Langer & Helten-Pecher, 2017).

1.1. Das SchriFT II-Projekt

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt SchriFT II (*Schreiben im Fachunterricht der Sekundarstufe I unter Einbeziehung des Türkischen*) ist eine Kooperation zwischen den Fachdidaktiken Geschichte, Politik und Technik mit den Instituten für Deutsch als Zweit- und Fremdsprache und für Turkistik an der

Universität Duisburg-Essen und der Fachdidaktik Physik der Ruhr-Universität Bochum, die im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „*Sprachliche Bildung und Mehrsprachigkeit*“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Die erste Förderphase SchriFT I (2014–2017) ist abgeschlossen (Roll et al., 2019), aktuell befindet sich das Projekt SchriFT II in der zweiten Förderphase (2017–2020). Ziel des Projekts ist die Validierung einer textsortenbasierten Förderung sprachlicher und fachlich-konzeptueller Kompetenzen mit Blick auf fach- und sprachübergreifende sowie fach- und sprachspezifische Kompetenzen ein- und mehrsprachiger Schülerinnen und Schüler.

Unter *Textsorten* (oder *Genres*) wird eine Klasse von Texten mit gleicher kommunikativer Funktion und Ausdruck fachlicher Logik verstanden (Feilke, 2014). Textsorten können als didaktisches Mittel für eine Schreibförderung im Fach verwendet werden (Beese & Roll, 2013; Portmann-Tselikas & Schmölzer-Eibinger, 2008). Sie repräsentieren fachtypische Lösungen für wiederkehrende kommunikative Aufgaben und beinhalten durch ihre Schriftlichkeit ein besonderes Lernpotential (Pohl & Steinhoff, 2010). Textsorten als Makroebene erfordern auf der Mesoebene bestimmte kognitiv-sprachliche Handlungen in textsortenspezifischer Anordnung. Diese können als *Textprozeduren* beschrieben werden, die Handlungsschemata (= Tiefenstruktur) mit typischen sprachlichen Ausdrucksmitteln (= sprachliche Oberfläche) verbin-

den (Feilke, 2014). Damit können kognitiv-sprachliche Handlungen zusammen mit sprachlichen Ausdrucksmitteln gezielt gefördert werden.

Das interdisziplinäre Forschungsvorhaben SchriFT II untersucht, in welcher Weise Schülerinnen und Schüler durch die gezielte Einübung von Schreibkompetenzen im Deutschen und im Türkischen bezüglich des fachlichen Lernens in Physik, Technik, Politik und Geschichte gefördert werden können. Dazu werden Unterrichtseinheiten entwickelt und überprüft, die auf die textlichen Anforderungen der beteiligten Fächer zugeschnitten sind. Dabei wird auch erprobt, in welcher Weise das Türkische als Ressource für den Verstehensprozess fachlicher Konzepte und für die Erstellung der fachlichen Textsorten genutzt werden kann.

Eine Analyse der Bildungsstandards zeigt, dass jeder Kompetenzbereich sprachliches Handeln erfordert, wobei für den Physikunterricht die sprachlichen Handlungen *Beschreiben*, *Interpretieren* und *Begründen* besonders häufig genannt werden (Tajmel, 2011). *Interpretieren* ist dabei eine komplexere sprachliche Handlung, die u. a. das *Erklären* als Handlung umfasst.

Befunde aus SchriFT I legen einen Transfereffekt auf der Ebene der sprachlich-kognitiven Handlungen zwischen den fachsprachlichen Fähigkeiten und den fachübergreifenden, bildungssprachlichen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler in Deutsch und in Türkisch nahe (Roll et al., 2019). Derartige Transfereffekte können als Grundlage für eine koordinierte Sprachförderung in allen Fächern dienen und sollen in der 2. Projektphase empirisch überprüft werden.

Ziele (Z) des Forschungsvorhabens SchriFT II sind:

Z1: Der Nachweis von Transfereffekten zwischen den Sachfächern (*Geschichte, Physik, Politik, Technik*) und den Sprachfächern (*Deutsch, Türkisch*).

Z2: Die Erprobung von Konzepten zur fächerübergreifenden Sprachförderung in der Schulpraxis (*design-based-research*).

1.2. Textsortenbasierte Sprachförderung im Physikunterricht

Als typische Textsorte für den Physikunterricht gilt das *Versuchsprotokoll*, das nach einem etablierten Schema aufgebaut ist (*Fragestellung, Materialien, Durchführung, Beobachtung, Auswertung*) und zugleich spezifische sprachlich-kognitive Handlungen wie z. B. das *BESCHREIBEN* der *Durchführung* und *Beobachtung* oder das *ERKLÄREN* und das *BEGRÜNDEN* in der *Auswertung* erfordert (Kraus & Stehlik, 2008; Krabbe, 2015; Krabbe, Timmerman & Boubakri, 2019; Timmerman & Krabbe, 2020).

Die nachfolgende **Tab. 1** gibt mit Beispielen aus der Elektrizitätslehre eine Übersicht, wie die drei sprachlich-kognitiven Handlungen *BESCHREIBEN*, *ERKLÄREN* und *BEGRÜNDEN* für die Physikdidaktik definiert werden können (Krabbe et al., 2019).

<i>Sprachlich-kognitive Handlung</i>	<i>Definition aus Sicht der Physikdidaktik</i> (vgl. Krabbe et al., 2019)
BESCHREIBEN	Konditionale oder temporale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen, Phänomenen usw. werden dargestellt. <i>Beispiel:</i> „Die Lampe leuchtet, wenn man den Schalter schließt.“
ERKLÄREN	Ein Phänomen liegt vor und wird durch die Anwendung bekannter Gesetze/Regeln/kausaler Zusammenhänge erklärt. <i>Beispiel:</i> „Die Lampe leuchtet, weil Eisen Strom leitet.“
BEGRÜNDEN	Ein(e) Gesetz/Regel/kausaler Zusammenhang wird allgemein behauptet und mit Argumenten (z. B. empirischen Daten) plausibel gemacht. <i>Beispiel:</i> „Eisen leitet Strom, weil die Lampe leuchtet.“

Tab. 1: Übersicht zu den sprachlich-kognitiven Handlungen Beschreiben, Erklären und Begründen.

Ähnlich wie experimentelle Kompetenz in verschiedene Teilbereiche untergliedert werden kann (Schreiber, Theyßen & Schecker, 2009), kann auch das Versuchsprotokoll in Teilabschnitte mit spezifischen sprachlichen Kompetenzanforderungen untergliedert werden, die je für sich gefördert werden können (Boubakri et al., 2017). Zum Beispiel sind die Darstellung der Durchführung und der Beobachtung vor allem durch eine beschreibende Handlung gekennzeichnet, während bei der Auswertung hauptsächlich erklärt und begründet werden muss.

1.3. Genredidaktik

Das SchriFT-Projekt orientiert sich für die Schreibförderung im Fachunterricht am Konzept der Genredidaktik (oder *Genre Pedagogy* oder *Genre Based Approach*) von Rose und Martin (2012). In Deutschland ist Genredidaktik insbesondere in der Fremdsprachendidaktik im Kontext des generischen Lernens bekannt (Hallet, 2016; Gürsoy, 2018).

Der Ansatz beruht auf einen Lehr-Lernzyklus, in dem *Textsorten* in ihrer Funktion für die fachliche Kommunikation angeeignet werden und dabei nicht nur das Schreiben, sondern auch das Lesen bzw. Sprechen im fachlichen Kontext geübt wird (Hyland, 2007; Rose & Martin, 2012; Gürsoy, 2018).

Dieser sogenannte *Genre-Cycle* oder *Teaching-and-Learning-Cycle (TLC)* wird je nach Literaturquelle in

drei, vier oder fünf aufeinanderfolgende Schritte untergliedert.

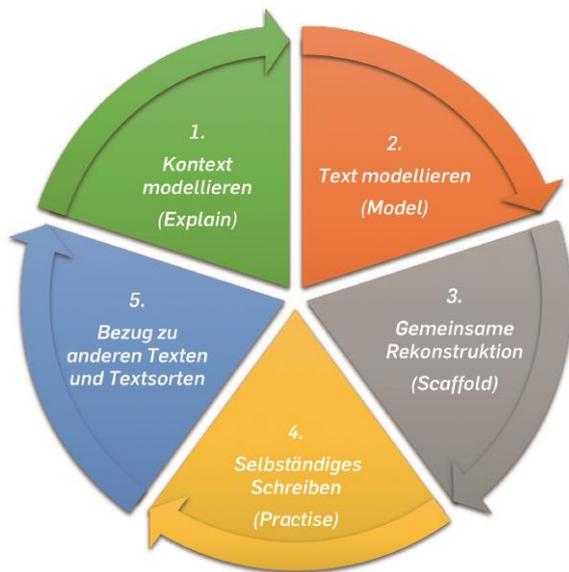


Abb. 1: Der „Genre-Cycle“ (Rose & Martin, 2012) bzw. „Teaching-and-Learning-Cycle (TLC)“ (u. a. Feez, 1998; Hyland, 2007).

Nach Feez (1998, S. 28) besteht der Lehr-Lernzyklus aus fünf aufeinanderfolgenden Schritten (**Abb. 1**):

1. **Kontext modellieren:** ein thematischer Wortschatz wird eingeführt, Vorwissen aktiviert und die soziale Rolle bzw. Dimension der Textsorte im Fach wird hervorgehoben.
2. **Text modellieren:** es werden Mustertexte verwendet, um die Textsorte in ihrer Struktur und fachlichen Funktion einzuführen.
3. **Gemeinsame Rekonstruktion:** es werden *Scaffolds* (Baugerüste, Checklisten) für die Textsorte erarbeitet und mit deren Hilfe gemeinsam Texte geschrieben.
4. **Selbständiges Schreiben:** die Textsorte wird individuell geübt, wobei die *Scaffolds* immer weniger genutzt werden.
5. **Bezüge zu anderen Texten/Textsorten herstellen:** vergleichbare Aufgaben werden betrachtet oder Vergleiche mit anderen Textsorten hergestellt.

2. Die Studie der Physikdidaktik in SchriFT II

2.1. Ziele und Forschungsfragen

Ausgehend von den oben genannten Zielen des Projekts SchriFT II werden im Teilprojekt der Physik folgende Forschungsfragen (FF) untersucht:

FF 1: Inwiefern kann eine Sprachförderung, die auf Textsorten und insbesondere Textprozeduren (*Handlungsschemata oder sprachliche Ausdrucksmittel*) abzielt, das fachliche Verständnis im Fach Physik verbessern?

FF 2: Inwiefern kann eine solche Sprachförderung (FF 1) im Fach Physik die Schreibkompetenz

im Fach Deutsch (und Türkisch) verbessern – und umgekehrt?

FF 3: Welche Form der Förderung (FF 1: *Handlungsschemata oder sprachliche Ausdrucksmittel*) ist erfolgreicher?

2.2 Studiendesign

Das Design der Studie (vgl. **Tab. 2**) orientiert sich an der Studie „Schreibförderung in der multilateralen Orientierungsstufe (SimO)“ (2013–2016, vgl. Marx & Steinhoff, 2017; Timmerman & Krabbe, 2020).

Zeitlicher Verlauf	Inhalte
02–03/2019 Vortest	<ul style="list-style-type: none"> • Schreibaufgabe Physik (<i>Versuchsprotokoll</i>) + Fachwissenstest • Schreibaufgabe Deutsch/Türkisch (<i>Bauanleitung</i>) + Lesetest (<i>SLS</i>) + Schreibtest (<i>C-Test</i>) • „IQ-Test“ (<i>CFT</i>) • Kontrollvariablen
2. Schulhalbjahr 2018/19 Intervention in drei Zyklen nach TLC (je Block 270 Minuten)	1. BESCHREIBEN <ul style="list-style-type: none"> ○ Thema: elektrische Ladungen ○ <i>Versuchsdurchführungen</i> (Handlungen) beschreiben ○ <i>Beobachtungen</i> (Wirkungen) beschreiben
	2. ERKLÄREN <ul style="list-style-type: none"> ○ Thema: elektrische Stromstärke ○ Erklären von <i>Beobachtungen</i> durch Verborgenes und Schlussfolgerungen
06–07/2019 Nachtest	3. BEGRÜNDEN <ul style="list-style-type: none"> ○ Thema: elektrische Spannung (aus organisatorischen Gründen entfallen)
	<ul style="list-style-type: none"> • Schreibaufgabe Physik (<i>Versuchsprotokoll</i>) + Fachwissenstest • Schreibaufgabe Deutsch/Türkisch (<i>Bauanleitung</i>) • Schüler-Feedbackbogen • Lehrkräfteinterviews
10/2019 Follow-Up-Test	<ul style="list-style-type: none"> • Schreibaufgabe Physik (<i>Versuchsprotokoll</i>) • Schreibaufgabe Deutsch (<i>Bauanleitung</i>)

<i>Zeitlicher Verlauf</i>	<i>Inhalte</i>
11/2019– 03/2020 Auswertung	<ul style="list-style-type: none"> • Schreibaufgaben in Physik, Deutsch und Türkisch: Codierung nach normiertem Kategoriensystem <i>Sprache</i> und <i>Fach</i> • Rohdatenerfassung und quantitative Auswertungen • Qualitative Auswertung der Lehrkräfteinterviews zur Intervention im Fach Physik und zum Projekt SchriFT II.

Tab. 2: Studiendesign Teilprojekt Physik von SchriFT II.

Für jede der drei sprachlich-kognitiven Handlungen BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN ist ein Block von jeweils drei Doppelstunden (à 90 Minuten) und damit 270 Unterrichtsminuten vorgesehen, in dem jeweils ein vollständiger TLC (vgl. **Abb. 1**) durchlaufen wird. Im Fokus stehen dabei die entsprechenden Abschnitte des Versuchsprotokolls, in denen die sprachlich-kognitiven Handlung eine zentrale Rolle spielt. Da das Inhaltsfeld „*Stromkreise*“ im Kernlehrplan für Gesamtschulen (Sek. I) in NRW vorgeschrieben ist (MSW NRW, 2013), sind die drei Blöcke jeweils mit einem fachlichen Inhalt der Elektrizitätslehre verknüpft:

- BESCHREIBEN *elektrische Ladungen*
- ERKLÄREN *elektrischer Strom*
- BEGRÜNDEN *elektrische Spannung*.

In der Studie werden zwei Interventionsgruppen verglichen. Interventionsgruppe „Typ A“ fokussiert bezüglich der Textprozeduren (Feilke, 2014) die speziellen *Handlungsschemata* (*Tiefenstrukturen*), die Interventionsgruppe „Typ B“ die *sprachlichen Ausdrucksmittel* (*Oberflächenstrukturen*) der drei sprachlich-kognitiven Handlungen. Eine eigene Kontrollgruppe für die Physik ist aus logistischen Gründen nicht vorgesehen. Hierfür kann auf Daten der anderen Teilprojekte des SchriFT II Projekts Bezug genommen werden.

Testinstrumente im Vor-, Nach- und Follow-Up-Test

Das Schreiben von Versuchsprotokollen (Fach Physik) und von Bauanleitungen (Fächer Deutsch und Türkisch) bildet den Kern der insgesamt drei Testzeitpunkte (Vor-, Nach- und Follow-Up-Test, der ca. drei Monate nach dem Nachtest jeweils durchgeführt wird). Die Schreibaufgaben zum Versuchsprotokoll fanden in zwei Varianten statt, zum einen mit einem Experiment zur *elektrischen Leitfähigkeit von Stoffen* und zum anderen zur *magnetischen Wirkung von elektrischem Strom* (Ørstedt-Versuch, 1820). Durch die Testungen in Physik und Deutsch (sowie bei den Schülerinnen und Schülern mit Türkischunterricht zusätzlich im Fach Türkisch) sollen entsprechende Transfereffekte aus SchriFT I (Roll et al., 2019) ge-

mäß FF 2 überprüft werden. Für die Auswertung dieser Schreibaufgaben gibt es innerhalb des SchriFT II Projektes ein fächerübergreifend abgestimmtes und standardisiertes Kategoriensystem zur Analyse der sprachlichen und fachlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler.

Zusätzlich wird im Vor- und Nachtest in Physik ein identischer Fachwissenstest zum Themengebiet *Elektrizitätslehre und Magnetismus* und ein identischer Fragebogen zu Interesse und Motivation zum Physikunterricht gestellt. Im Nachtest wird zusätzlich ein Feedbackfragebogen für die Schülerinnen und Schüler zur Intervention eingesetzt. Im Fach Deutsch wird der Vortest ergänzt durch jeweils einen Lese-, Schreib- und CFT-test sowie einen Fragebogen zum sozioökonomischen Hintergrund der Schülerinnen und Schüler.

2.3 Stichprobe und Schulakquise

Für die Studie wurden mit Hilfe der Bezirksregierung Arnsberg Gesamtschulen im Umfeld der Ruhr-Universität Bochum gesucht, die im Zuständigkeitsbereich der Bezirksregierung liegen und die insbesondere Türkisch als Fach oder Ergänzungsunterricht im Angebot haben.

Weiteres Auswahlkriterium war, dass im 2. Schulhalbjahr 2018/19 das Inhaltsfeld „*Stromkreise*“ (vgl. MSW NRW, 2013) im Schulcurriculum für den Physikunterricht der Jahrgangsstufe 8 vorgesehen ist.

Es wurden zwei etwa gleichgroße Interventionsgruppen gebildet (vgl. **Tab. 3**).

	<i>Typ A Handlungsschemata</i>	<i>Typ B sprachliche Ausdrucksmittel</i>
Klassenanzahl	5	5
Lehrkräfte (Anzahl der Klassen)	3 (3, 1, 1)	4 (2, 1, 1, 1)
Probanden	ca. 120	ca. 120

Tab. 3: Gelegenheitsstichprobe der Haupterhebung im Teilprojekt Physik von SchriFT II.

An der Haupterhebung und Intervention haben im Fach Physik schließlich drei Gesamtschulen mit insgesamt zehn Klassen 8 (239 Probanden; 47,4% weiblich und 52,6% männlich; Durchschnittsalter 13,9 Jahren, SD .748) und sieben beteiligten Lehrkräften teilgenommen. Da zehn Probanden am Herkunftssprachlichen Unterricht Türkisch teilnehmen, nehmen diese zeitgleich als Kontrollgruppe an den Türkischtestungen des SchriFT II-Projektes teil.

Die Intervention erfolgte im Rahmen des Regelunterrichtes im Fach Physik durch die jeweiligen Fachlehrkräfte. Die Lehrkräfte wurden an insgesamt drei Terminen (jeweils vor einem TLC-Zyklus) geschult

und vorbereitet. Zur Vereinheitlichung des Unterrichts wurde das gesamte Material inklusive eines Schülerarbeitshefts zur Verfügung gestellt. Aus schulorganisatorischen Gründen (Schülerpraktikum, Konferenzen, Unterrichtsausfall) musste am Ende auf die Durchführung des dritten Blocks (BEGRÜNDEN) verzichtet werden.

3. Einblicke in die Intervention:

3.1. Beispiel: selbständiges ERKLÄREN einer Beobachtung (Schritt 4 TLC)

Exemplarisch wird hier der Versuch zu „*elektrischer Strom als Ladungsfluss*“ (siehe **Abb. 2**) betrachtet, der im 2. TLC-Zyklus zur sprachlich-kognitiven Handlung des ERKLÄRENS in der ersten Unterrichtsstunde eingesetzt wurde. Mit dem Versuch wird der Vermutung nachgegangen, „*dass elektrischer Strom aus fließenden Ladungen besteht*“, die paketweise durch die pendelnde, leitfähige Kugel übertragen werden. Dies wird danach auf den konstanten Stromfluss übertragen, indem die Kugel durch ein Kabel ersetzt wird.

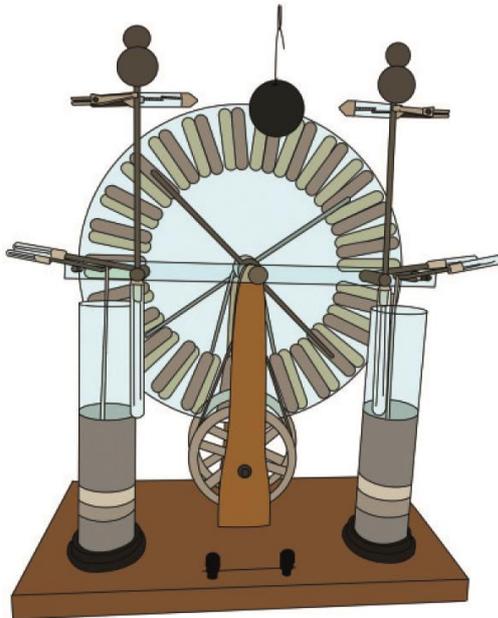


Abb. 2: Versuch „elektrischer Strom als Ladungsfluss“.

Im Hinblick auf das Versuchsprotokoll sollen die Schülerinnen und Schüler an diesem Experiment lernen, wie und durch welche Merkmale sich Beobachtungen und Erklärungen voneinander unterscheiden.

Den Schülerinnen und Schülern wird vermittelt, dass in der Physik abstrakte *physikalische Vorstellungen und Theorien* verwendet werden, um Beobachtungen zu erklären (vgl. Krabbe et al. 2019; Timmerman & Krabbe, 2020). Diese existieren nur als Ideen in den Gedanken und verwenden *Regeln und Gesetze*, die man allgemein für gültig hält. Es gibt *zwei Arten von Erklärungen*:

1. *Erklären durch Verborgenes*: Es wird dargestellt, welche verborgenen Abläufe man sich während einer Beobachtung vorstellt.

2. *Erklären durch Schlussfolgerungen*: Es wird gezeigt, dass sich Beobachtungen logisch aus den Vorstellungen, Regeln und Gesetzen ergeben.

Die beiden folgenden Tabellen (**Tab. 4** und **Tab. 5**) stellen Auszüge aus den in der Intervention verwendeten Checklisten (Schritte 3 und 4 des TLC, **Abb. 1**) beider Interventionsgruppen hierzu dar.

<i>Merkmale</i>	<i>Beispiel</i>
Gib eine <i>Bedingung</i> oder eine <i>Beobachtung</i> an, die offensichtlich vorliegt, und dann den gedachten <i>Ablauf</i> in der Modellvorstellung. Kontrollfragen: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Was</i> ist der <i>Fall</i>? • <i>Was</i> passiert <i>im</i> <i>Verborgenen</i>? 	<i>Wenn das Elektroskop ausschlägt, (dann) stoßen sich gleichnamige Ladungen im Metallstab und im Zeiger ab.</i>

Tab. 4: ERKLÄREN einer Beobachtung durch Verborgenes (Ausschnitt aus den verwendeten Checklisten), Typ A: „Handlungsschemata“.

<i>Im Nebensatz (Wenn-Satz) gibt man an:</i>	<i>Im Hauptsatz (Dann-Satz) gibt man an:</i>
eine <i>Bedingung</i> oder eine <i>Beobachtung</i> (was offensichtlich passiert).	die <i>physikalische Vorstellung</i> (was dabei im Verborgenen abläuft oder eintritt).
<i>Wenn</i> ... <i>(Beobachtung) ...</i> ,	<i>dann</i> ... <i>(verborgener Ablauf).</i>
<i>Wenn das Elektroskop ausschlägt, ...</i>	<i>... (dann) stoßen sich gleichnamige Ladungen im Metallstab und im Zeiger ab.</i>

Tab. 5: ERKLÄREN einer Beobachtung durch Verborgenes (Ausschnitt aus den verwendeten Checklisten), Typ B: „sprachliche Ausdrucksmittel“.

Zu der vorgegebenen **Beobachtungsbeschreibung („Was man sieht“)**

„Solange man an der Influenzmaschine kurbelt, pendelt der Ball hin und her. Hört man auf zu kurbeln, dann pendelt der Ball zuerst noch weiter. Das Pendeln wird mit der Zeit aber langsamer und die Glühlampen leuchten weniger hell auf. Am Ende bleibt das Pendel stehen.“

sollen die Schülerinnen und Schüler eine eigene **Erklärung als Auswertung („Was man sich vorstellt“)** schreiben. Der entsprechende Arbeitsauftrag lautet:

„Erklärt, die Veränderung der Pendelbewegung und des Aufleuchtens der Glühlampe, wenn man nicht mehr an der Influenzmaschine kurbelt“.

Nachfolgend ist jeweils eine Antwort aus den beiden Interventionsgruppen exemplarisch wiedergegeben, Entsprechend der vorbereiteten Checklisten (**Tab. 4** und **Tab. 5**) zeigen sie Unterschiede je nach Interventionsgruppe.

a) **Schülerlösung „Typ A: Handlungsschemata“:**

„Die Glimmlampe leuchtet bei Berührung auf der linken Seite links auf. Das bedeutet, dass der Ball positiv geladen ist.

Die Glimmlampe leuchtet bei Berührung auf der rechten Seite links auf. Das bedeutet, dass der Ball negativ geladen ist.“

(PVGMMe84-10)

Diese Antwort aus der Interventionsgruppe A mit Fokus auf die Handlungsschemata zum ERKLÄREN erfolgt teilweise auf Grundlage der Kontrollfragen der entsprechenden Checkliste (vgl. **Tab. 4**). Es wird zunächst eine Beobachtung (*Kontrollfrage: Was ist der Fall?*) jeweils angegeben, nämlich wo die Glimmlampe leuchtet. Als Erklärung wird eine Schlussfolgerung im Verborgenen, nämlich über die Ladung des Balls gezogen. Die vorgeschlagene Kontrollfrage *„Was passiert im Verborgenen“*, d. h. wie es zu den unterschiedlichen Ladungen kommt, wird dagegen nicht beantwortet. Insofern beschränkt sich die Antwort auf die aus dem ersten TLC-Block zum BESCHREIBEN (bzw. zu den elektrischen Ladungen) bekannte Regel bzw. Funktionsweise der Glimmlampe (*„Die Glimmlampe leuchtet immer auf der Seite der negativen Ladung“*) ohne eine tiefere Erklärung zu geben.

b) **Schülerlösung „Typ B: sprachliche Ausdrucksmittel“:**

„Wenn der Ball die linke Elektrode berührt, dann lädt er sich negativ auf. Wenn der Ball negativ geladen ist, dann stößt er sich von der linken Elektrode ab.

Wenn der Ball die rechte Elektrode berührt, dann entlädt er sich. Wenn der Ball positiv geladen ist, dann wird er von der rechten Elektrode abgestoßen.“

(PVGHHa8a-26)

Diese Antwort stellt eine Folgerungskette mit Wenn-dann-Sätzen dar. Im ersten Wenn-dann-Satz wird entsprechend des Satzmusters (vgl. **Tab. 5**) eine Bedingung (*der Ball berührt die Elektrode*) mit einer physikalischen Vorstellung (*er lädt sich negativ auf*) verknüpft. Im zweiten Wenn-dann-Satz wird aus der physikalischen Vorstellung auf eine Beobachtung (*der Ball stößt sich ab*) geschlossen. Insgesamt wird wie im Beispiel zu Typ A die Beobachtung, dass sich der Ball abstößt, wenn er die Elektrode berührt, zwar mit der abstrakten Vorstellung der elektrischen Ladung verknüpft, aber auch hier fehlt eine tiefergehende Erklärung für die Abstoßung.

In beiden Schülerlösungen wird deutlich, dass die bereit gestellten Scaffolds recht oberflächlich zur Sprachproduktion genutzt wurden. Für eine tiefergehende Erklärung bedarf es aber offensichtlich zusätzlicher Hinweise darauf, was von einer physikalischen Erklärung erwartet wird. Während ein solches Resultat in der Intervention zu den sprachlichen Ausdrucksmitteln (Typ B) durchaus erwartet wurde, sollte in der Intervention zu den Handlungsschemata (Typ A) gerade ein besseres Verständnis der fachlichen Funktion der Erklärung erreicht werden. Das ist anscheinend nicht in der gewünschten Weise gelungen. Ein möglicher Grund dafür ist, dass den Lehrkräften selbst, die tiefere Struktur physikalischer Erklärungen zu wenig geläufig war, um sie den Schülerinnen und Schülern vermitteln zu können.

4. Fazit und Ausblick

Der Nutzen des SchriFT II-Projektes für die Unterrichtspraxis liegt in der Sensibilisierung für die sprachlichen Implikationen des Fachunterrichts. Mit dem Projekt werden exemplarische Materialien für die Unterrichtspraxis erarbeitet, in der Schulpraxis eingesetzt und evaluiert. Darüber hinaus bietet das Projekt die Chance, mehrsprachige Ressourcen auch für das fachliche Lernen zu nutzen und dabei die Schriftsprachlichkeit in der Herkunftssprache zu unterstützen.

Bezogen auf das Teilprojekt im Fach Physik erfolgt aktuell noch die quantitative Auswertung der Daten in Hinblick auf die Forschungsfragen innerhalb des Gesamt- wie auch Teilprojektes. Erste Hinweise auf Interventionserfolge bezogen auf FF 1 sowie Tendenzen zur Beantwortung der FF 2 deuten sich jedoch in der Physik bei den Auswertungen der Schreibaufgaben zum Versuchsprotokoll und der Fachwissenstest über alle drei Meßzeitpunkte an. Voraussichtlich zur Jahresmitte 2020 dürften die Ergebnisse der Auswertungen vorliegen. Dazu werden momentan u. a. statistische Modelle für das Teil- und Gesamtprojekt interdisziplinär entwickelt, verfeinert und berechnet.

5. Literaturverzeichnis

- Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E., & Vollmer, H. (2013). *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen*. Münster: Waxmann.
- Beese, M., & Roll, H. (2013). Gemeinsam Versuchsprotokolle schreiben – zur fächerübergreifenden Förderung literaler Routinen bei mehrsprachigen Schülern der Sek. I. In: Decker, Y., & Oohme-Welke, I. (Hrsg.), *Zweitsprache Deutsch: Beiträge zu durchgängiger sprachlicher Bildung*. Stuttgart: Fillibach bei Klett.
- Boubakri, C., Beese, M., Krabbe, H., Fischer, H. E., & Roll, H. (2017). Sprachsensibler Fachunterricht. In: M. Becker-Mrotzek, & H.-J. Roth (Hrsg.), *Sprachliche Bildung – Grundlagen und Handlungsfelder, Band 1*. (S. 335–350). Münster: Waxmann.

- Feez, S. (1998). *Text-based Syllabus Design*. Sydney: McQuarie University/AMES.
- Feilke, H. (2005). Beschreiben, erklären, argumentieren – Überlegungen zu einem pragmatischen Kontinuum. In: P. Klotz, & C. Lubkoll (Hrsg.), *Beschreibend wahrnehmen – wahrnehmend beschreiben*. (S. 45–60). Freiburg i. Br.: Rombach.
- Feilke, H. (2014). Argumente für eine Didaktik der Textprozeduren. In: T. Bachmann, & H. Feilke (Hrsg.), *Werkzeuge des Schreibens. Beiträge zu einer Didaktik der Textprozeduren*. Stuttgart: Fillibach bei Klett.
- Gogolin, I., & Duarte, J. (2016). Bildungssprache. In: J. Kilian, B. Brouer, & D. Luttenberg (Hrsg.), *Handbuch Sprache in der Bildung, Bd. 21*. (S. 478–499). Berlin, Boston: Walter de Gruyter.
- Grießhaber, W. (2010). *Spracherwerbsprozesse in Erst- und Zweitsprache. Eine Einführung*. Duisburg/Essen: Universitätsverlag Rhein-Ruhr OHG.
- Gürsoy, E. (2018). *Genredidaktik – Ein Modell zum generischen Lernen in allen Fächern mit besonderem Fokus auf Unterrichtsplanung*. Verfügbar unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/guersoy_genredidaktik.pdf (abgerufen am 24.05.2020).
- Hallet, W. (2016). *Genres im fremdsprachlichen und bilingualen Unterricht. Formen und Muster der sprachlichen Interaktion*. Seelze: Klett Kallmeyer.
- Hyland, K. (2007). Genre Pedagogy: Language, Literacy and L2 Writing Instruction. In: *Journal of Second Language Writing*, 16, 148–164.
- Krabbe H., Timmerman, P., & Boubakri, C. (2019). SchriFT II: BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN im Physikunterricht. In: C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018*. (S. 265). Universität Regensburg.
- Krabbe, H. (2015). Das Versuchsprotokoll als fachtypische Textsorte im Physikunterricht. In: S. Schmölzer-Eibinger, & E. Thürmann (Hrsg.), *Schreiben als Lernen. Kompetenzentwicklung durch Schreiben*. Münster: Waxmann.
- Kraus, M. E., & Stehlik, S. (2008). Protokolle schreiben: Anregungen zur Auseinandersetzung mit einer problematischen Textsorte. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik in der Schule*, 104, S. 17–23.
- Lemke, J. (1990). *Talking science: language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Marx, N., & Steinhoff, T. (2017). *Schreibförderung in der multilingualen Orientierungsstufe: zur Wirksamkeit des wiederholten Einsatzes unterschiedlich profilierter Revisionsarrangements auf die Textproduktion von Schülerinnen und Schülern der 6. Jahrgangsstufe in Oberschulen, Gesamtschulen und Gymnasien in den Erstsprachen Deutsch und Türkisch und in der Zweitsprache Deutsch: Schlussbericht zu dem vom BMBF geförderten Forschungsprojekt*. Projektlaufzeit: 10.2013–09.2016. (<https://doi.org/10.2314/GBV:886945909>)
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2013). *Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Naturwissenschaften, Biologie, Chemie, Physik*. Verfügbar unter: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrpläne/lehrplan/130/KLP_GE_NW.pdf (abgerufen am: 31.05.2020).
- Norris, S. P., Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. In: *Science Education*, 87(2), 224–240. DOI: 10.1002/sce.10066.
- Pohl, T., & Steinhoff, T. (2010). Textformen als Lernformen. In: H. Günther, U. Bredel, M. Becker-Mrotzek (Hrsg.), *Kölner Beiträge zur Sprachdidaktik (7)*. (S. 5–27). Köln: Gilles und Francke.
- Portmann-Tselikas, P. R., & Schmölzer-Eibinger, S. (2008). Textkompetenz. In: *Fremdsprache Deutsch (39)*, S. 5–16.
- Roll, H., Bernhardt, M., Enzenbach, C., Fischer, H. E., Gürsoy, E., Krabbe, H., Lang, M., Manzel, S., & Uluçam-Wegmann, I. (Hrsg.). (2019). *Schreiben im Fachunterricht der Sekundarstufe I unter Einbeziehung des Türkischen – Empirische Befunde aus den Fächern Geschichte, Physik, Technik, Politik, Deutsch und Türkisch*. Münster: Waxmann.
- Rose, D., & Martin, J. R. (2012). *Learning to write, reading to learn: Genre, knowledge and pedagogy in the Sydney school*. Sheffield, Australia: Equinox.
- Schmölzer-Eibinger, E., Dorner, M., Langer, E., & Helten-Pacher, M.-R. (2017). *Sprachförderung im Fachunterricht in sprachlich heterogenen Klassen*. Stuttgart: Fillibach bei Klett.
- Schreiber, N., Theyßen, H., & Schecker, H. (2009). Experimentelle Kompetenz messen?! *PhyDid A – Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 3(8), S. 92–101.
- Tajmel, T. (2011). *Sprachliche Lernziele im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Universität Duisburg-Essen: ProDaZ. Verfügbar unter https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachliche_lernziele_tajmel.pdf (abgerufen am: 30.05.2020).
- Timmerman, P., & Krabbe, H. (2020). SchriFT II: DESCRIBING, EXPLAINING AND JUSTIFYING: HOW TO SUPPORT WRITING LAB REPORTS IN PHYSICS CLASSES. In: S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Gesell-*

schaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Wien 2019. (S. 1071). Universität Duisburg-Essen.

Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education.* Buckingham, UK: Open University Press.

Danksagung

Das SchriFT-Projekt wird durch das *Bundesministerium für Bildung und Forschung*, im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „*Sprachliche Bildung und Mehrsprachigkeit*“ gefördert.

Unser besonderer Dank geht an die beteiligten Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte, die das Teilprojekt SchriFT II Physik tatkräftig unterstützt haben. Ohne diesen Einsatz, wäre unser Forschungsvorhaben nicht möglich gewesen.