

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine Wissenschaftliche Hausarbeit, die an der Universität Kassel angefertigt wurde. Die hier veröffentlichte Version kann von der als Prüfungsleistung eingereichten Version geringfügig abweichen. Weitere Wissenschaftliche Hausarbeiten finden Sie hier: <https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/handle/urn:nbn:de:hebis:34-2011040837235>

Diese Arbeit wurde mit organisatorischer Unterstützung des Zentrums für Lehrerbildung der Universität Kassel veröffentlicht. Informationen zum ZLB finden Sie unter folgendem Link:

www.uni-kassel.de/zlb

Wissenschaftliche Hausarbeit

**im Rahmen der Ersten Staatsprüfung
für das Lehramt an Gymnasien im Fach Physik,
eingereicht der Hessischen Lehrkräfteakademie
- Prüfungsstelle Kassel -**

***Bedingungsfaktoren der Diagnosekompetenz von
Physiklehrkräften beim Einschätzen von
Schülerschwierigkeiten während eigenständiger
Experimentierprozesse***

Verfasser:

Adrian Wolff

Gutachterin:

Prof. Dr. Rita Wodzinski

Dezember 2015

„Without knowledge of students’ thinking, teaching cannot produce learning; it may instead be like “playing piano to cows” (a Chinese idiom).“

(An, Kulm & Wu, 2004, S.169)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen und Hinführung	4
2.1	Paradigmen der Lehr-Lern-Forschung	4
2.2	Lehrberuf als Profession	5
2.2.1	Professionswissen	6
2.2.2	Modell professioneller Handlungskompetenz	6
2.3	Diagnose und Diagnosekompetenz	9
2.3.1	Definition: Diagnose(-kompetenz)	9
2.3.2	Diagnose im Rahmen des „Professionsmodells“	12
2.3.3	Bedeutung von Diagnose im Unterricht	14
2.4	Schülerexperimente und Schwierigkeiten	15
2.4.1	Klassifizierung von Schülerexperimenten	16
2.4.2	Bedeutung von Schülerexperimenten im Unterricht	17
2.4.3	Definition: Schwierigkeit	18
2.5	Aktueller Stand der Forschung	19
3	Forschungsfrage und Hypothesen	21
4	Untersuchung	23
4.1	Zielsetzung	23
4.2	Erhebung der diagnostizierten Schwierigkeiten	24
4.2.1	Vorgehensweise	24
4.2.2	Beschreibung der Stichprobe	25
4.3	Durchführung des Expertenratings	25
4.3.1	Beschreibung des Ratings und Konzeption der Befragung	26
4.3.2	Beschreibung der Stichprobe	27
5	Auswertung	29
5.1	Auswertung des Expertenratings	29
5.2	Quantifizierung der Diagnosekompetenz	31
5.2.1	Verteilung über die Stichprobe	31
5.3	Korrelationsrechnung und Signifikanzprüfung	35
5.3.1	Produkt-Moment-Korrelation	36
5.3.2	Punktbiseriale Korrelation	38
6	Vertiefende Betrachtung der Bedingungsfaktoren	42
6.1	Alter	42

6.2	Berufserfahrung	43
6.3	Geschlecht	44
6.4	Studienabschluss	46
6.5	Schulform	47
6.6	Erfahrung mit Schülerexperimenten	49
6.7	Unterrichtszeit für Schülerexperimente	49
6.8	Zusammenfassende Darstellung	50
7	Bewertung und Interpretation der Ergebnisse	51
7.1	Gütekriterien	51
7.2	Expertenrating	52
7.3	Bedingungsfaktoren	53
	7.3.1 Übergreifende Bewertung	53
	7.3.2 Interpretation	55
8	Zusammenfassung	60
9	Ausblick	62
	Eidesstattliche Versicherung	63
	Literatur	64
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	70
	Anhang	71

1 Einleitung

Spätestens seit der PISA Studie im Jahr 2000, bei der die deutschen Schülerinnen und Schüler in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern nur einen mittleren Platz im internationalen Vergleich erreichten (Helmke, 2004), ist die Qualität von Unterricht und die Arbeit der Lehrerinnen und Lehrer verstärkt in der aktuellen Bildungsforschung zu finden. Dabei wird unter anderem der Frage nachgegangen, was überhaupt guten Unterricht bzw. eine gute Lehrkraft auszeichnet.

Weinert (1996) führt drei Erklärungsansätze zur Beschreibung einer „guten“ Lehrperson an: Neben dem mittlerweile als unbedeutend für die Forschung angesehenen *Persönlichkeitsparadigma* werden vor allem das *Prozess-Produkt-* und das *Expertenparadigma* zur Beschreibung von gutem Unterricht und guten Lehrerinnen und Lehrern verwendet. Letzteres beschreibt auch die Auffassung der Kultusministerkonferenz, denn auch diese versteht „Lehrkräfte als Experten für das Lernen und Lehren“ (Terhart, 2000, S. 15).

Dabei ist zu beachten, dass sich die Expertiseforschung zur Beschreibung eines „Experten-Lehrers“ (Bromme, 2008, S. 161) und der Ansatz über den Lehrberuf als Profession in ihren Forschungsinteressen, wie zum Beispiel dem Wissen und Können von Lehrkräften (Baumert & Kunter, 2006), kaum unterscheiden. Weiterhin wird die Bedeutung des Professionswissens in den gängigen Modellen guten Unterrichts hervorgehoben (vgl. u.A. Helmke, 2004; Meyer, 2014), da dieses Wissen, wenn auch in unterschiedlicher Art und Weise, den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler sowohl direkt als auch indirekt beeinflusst.

Das häufig verwendete Modell von Baumert & Kunter (2006) zur Beschreibung der professionellen Kompetenz von Lehrkräften beruht auf Shulman (1986) und wird unter anderem in der COACTIV-Studie (u.A. Kunter, Kleickmann et al., 2011) ausdifferenziert und für das Fach Mathematik spezifiziert.

Baumert & Kunter (2006) teilen die Wissensbereiche des Professionswissens in *pädagogisches Wissen*, *Fachwissen*, *fachdidaktisches Wissen*, *Organisationswissen* und *Beratungswissen* auf. Weiterhin weisen die Autoren darauf hin, dass die diagnostische Kompetenz einen zentralen Bestandteil des fachdidaktischen Wissens darstellt.

Ingenkamp & Lissmann (2005) unterscheiden in ihren Ausführungen zwischen einer „Diagnostik zur Verbesserung des Lernens“ und einer „Diagnostik zur Erteilung von Qualifikationen“ (beide Ingenkamp & Lissmann, 2005, S. 20). Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit wird auf

der Diagnose zur Optimierung des Lernangebots liegen, da sie unter anderem die Planung von Unterricht, die Passung von Aufgaben und die Anpassung des Unterrichts an die Schülerinnen und Schüler steuert und somit zentral für das Gelingen des Unterrichts scheint (vgl. u.A. McElvany et al., 2009; Schrader, 2008; Hänze & Jurkowski, 2011; Kunter & Trautwein, 2013; Köller & Meyer, 2013; Helmke, 2004).

Für das Fach Physik ist diese Anpassung insbesondere während eigenständiger Experimentierprozesse von großer Bedeutung. Daher sollten Lehrkräfte in der Lage sein, typische Problem-bereiche sowie Lernschwierigkeiten und handwerkliche Defizite der Lernenden im Vorhinein zu erkennen und zu diagnostizieren (Gramzow, Riese & Reinhold, 2013).

Weiterhin ist die differenzierte Betrachtung von Schülerexperimenten bedeutsam, weil der Einsatz solcher Experimente in den Bildungsstandards (KMK, 2005) explizit gefordert wird und sie eine zentrale Komponente des Physikunterrichts darstellen, auch wenn aktuelle Forschungen nicht bestätigen können, dass der Lernzuwachs bei Schülerinnen und Schülern durch eigenständiges Experimentieren größer als bei herkömmlichem Unterricht ist (Stolz & Erb, 2014). Duit, Gropengießer & Stäudel (2007), Berger (2011) und Wilke (1993) führen ungeachtet der Forschungsergebnisse diverse Vorzüge von Schülerexperimenten wie die Aktivierung der Lernenden oder das Potential zur Differenzierung an, die darauf schließen lassen, dass Schülerexperimente im naturwissenschaftlichen Unterricht weiterhin eine zentrale Rolle spielen sollten.

Aus den bisherigen Ausführungen wird bereits deutlich, dass eine intensive Auseinandersetzung mit der Diagnose von Schwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren sinnvoll erscheint. Weiterhin weist Dübbelde (2013) auf einen schlechten Forschungsstand bezüglich der Diagnostikkompetenz im Bereich der Erkenntnisgewinnung hin. In Folge dessen soll die durchgeführte Untersuchung die folgende Frage beantworten:

Welche Bedingungsfaktoren existieren in Bezug auf die Diagnosekompetenz von Physiklehrkräften beim Einschätzen von Schülerschwierigkeiten während eigenständiger Experimentierprozesse?

Ziel ist es, mögliche Bedingungsfaktoren der diagnostischen Kompetenz aufzudecken bzw. die Übertragbarkeit von Forschungsergebnissen aus anderen Fachbereichen auf das Fach Physik zu überprüfen, sodass nach Möglichkeit Anhaltspunkte für die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften gefunden werden können. Dazu wird beispielhaft die Prognosefähigkeit der Lehr-

kräfte bezüglich Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern bei eigenständiger Experimentiertätigkeit zur Lösung einer Aufgabe zum Hooke'schen Gesetz betrachtet. Die Aufgabe wurde im Rahmen des DiSiE (Diagnose von Schülerschwierigkeiten beim Experimentieren)-Projekts der Universität Kassel erstellt und ist inklusive aller zugehörigen Materialien im Anhang zu finden.

Im nachfolgenden Kapitel werden zunächst die theoretischen Grundlagen der Untersuchung dargestellt und auf die Forschungsfrage hingeführt. Zudem werden in Kapitel 4, ausgehend vom aktuellen Stand der Forschung, zwei Hypothesen formuliert, deren Übertragbarkeit auf das Fach Physik getestet werden soll.

Anschließend ist in Abschnitt 4 eine Beschreibung der zweistufigen Untersuchung zu finden. Diesbezüglich werden unter anderem die Stichproben beschrieben, das Ziel der Untersuchung dargelegt und das zugehörige Vorgehen detailliert erläutert.

Die Auswertung inklusive aller Rechnungen und einer ersten Darstellung der Ergebnisse ist in Kapitel 5 vorzufinden. Im darauffolgenden Kapitel werden die Ergebnisse graphisch betrachtet und weitere Zusammenhänge innerhalb der Stichprobe erläutert, sodass abschließend ein realistisches und differenziertes Bild über die bestimmten Bedingungsfaktoren entsteht.

In Kapitel 7 ist eine Bewertung des Expertenratings sowie der gefundenen Zusammenhänge vorzufinden. Weiterhin werden mögliche Gründe für die vorliegenden Ergebnisse angeführt, bevor in den letzten beiden Abschnitten die Arbeit zusammengefasst und ein Ausblick auf weitere mögliche Forschungsansätze gegeben wird.

2 Grundlagen und Hinführung

2.1 Paradigmen der Lehr-Lern-Forschung

In der pädagogischen Forschung stellt sich neben der Frage nach „gutem“ Unterricht (vgl. u.A. Meyer, 2010) vor allem die Frage nach den Eigenschaften eines „guten“ Lehrers. Nach Kunz (2011) sind die Lehrkräfte gut, die in ihrem Beruf Erfolg haben und eine „besondere persönliche Eignung oder ein Talent zum Lehrberuf“ (Kunter, Baumert et al., 2011, S. 56) besitzen¹. Dies bezieht sich vor allem auf die Rolle der Lehrerinnen und Lehrer als Vermittler von Wissen im Unterricht.

Offen bleibt dabei jedoch, wodurch sich die persönliche Eignung oder das Talent auszeichnet. Die Forschung diesbezüglich lässt sich nach Weinert (1996) vor allem in drei Ansätze unterteilen², die im Folgenden genauer dargestellt werden.

Der Ansatz des *Persönlichkeitsparadigmas* hat die Persönlichkeit der Lehrpersonen im Blick und betrachtet vor allem die erzieherische Wirkung auf die Schülerinnen und Schüler und weniger ihren Lernerfolg (Borowski & Fischer, 2009). Zudem erläutert Ohlms (2015), dass Studien nur geringfügige Zusammenhänge zwischen den Persönlichkeitsmerkmalen guter Lehrkräfte und den Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler aufzeigen konnten. Weiterhin seien die beobachteten Eigenschaften der Lehrenden stabil und damit nicht trainierbar, sodass die Forschungsergebnisse den Lehrkräften in ihrer Entwicklung nur wenig weiterhelfen können. In Folge dessen scheint der Forschungsansatz als zunehmend veraltet (Krauss & Bruckmaier, 2014) und wird meistens durch modernere Ansätze abgelöst.

Der Schwerpunkt der Forschung liegt beim *Prozess-Produkt-Paradigma* auf dem Unterricht selbst und somit vor allem auf dem Handeln der Lehrerinnen und Lehrer. Ziel ist es, durch Unterrichtsbeobachtungen Zusammenhänge zwischen dem Unterrichtsverhalten (Prozessen) und den Schülerleistungen bzw. Kompetenzen (Produkte) zu finden (vgl. Borowski & Fischer, 2009; Ohlms, 2015; Helmke, 2004). Die Forschung lieferte diesbezüglich auch zahlreiche Befunde, die nach Ohlms (2015) jedoch keine eindeutigen Aussagen über gute Lehrpersonen oder guten

¹Eine ausführliche Darstellung der Eigenschaften einer guten Lehrperson lässt sich zum Beispiel in (Köller & Meyer, 2013) finden.

²Zu beachten ist, dass sich auch feinere Unterteilungen in der Literatur finden lassen (vgl. u.A. Krauss & Bruckmaier, 2014).

Unterricht zulassen, da das Gesamtgefüge von Lehrer- und Schülerhandeln viel zu komplex scheint.

Helmke (2004) erläutert, dass das heute noch aktuelle Prozess-Produkt-Paradigma ergänzt werden muss, um eine ganzheitliche Sichtweise auf den Unterricht zu erhalten.

Diesbezüglich rückt das sogenannte *Expertenparadigma* die Lehrperson wieder verstärkt in den Mittelpunkt. Allerdings stehen jetzt nicht mehr die Persönlichkeitsmerkmale im Fokus der Forschung, sondern viel mehr das „berufsbezogene[] Wissen und Können [...] [sowie die] fachliche und fachdidaktische Expertise“ (Helmke, 2004, S. 30) der Lehrenden. Terhart (2000) verweist zudem darauf, dass die Kultusministerkonferenz „Lehrkräfte als Experten für das Lehren und Lernen“ (Terhart, 2000, S. 15) ansieht, sodass hier die Bedeutung des Expertenparadigmas für die Lehrerbildung in Deutschland hervorgehoben wird.

Es stellt sich jedoch die Frage, was überhaupt unter einer Expertin bzw. einem Experten zu verstehen ist. Krauss & Bruckmaier (2014) führen drei mögliche Definitionen an, die sich auf das *Wissen*, die *Fähigkeit* oder das *Können* der Lehrenden stützen. Im Bezug auf die Schule lässt sich eine solche Unterscheidung jedoch vereinfachen und es sind die Lehrerinnen und Lehrer als Experten zu sehen, die „im Vergleich zu Kollegen mit ähnlichen Schulklassen überdurchschnittlichen Lernzuwachs bei ihren Schülern erreichen“ (Bromme, 2008, S. 161). Andererseits ist auch eine Definition über Individualförderung, Weiterbildungen, Unterrichtsbeobachtungen oder Kollegenurteile möglich (Bromme, 2008).

Krauss & Bruckmaier (2014) weisen bei einer Unterscheidung zwischen Experten- und Professionsansatz, welcher in Abschnitt 2.2 genauer erläutert wird, auf forschungsrelevante Unterschiede hin, die jedoch keinen Einfluss auf die gemeinsamen Ziele haben, sodass im Rahmen dieser Arbeit analog zu Bromme (2008) nicht weiter zwischen den beiden Ansätzen unterschieden wird.

2.2 Lehrberuf als Profession

Bereits Oevermann (1996) diskutiert ausgehend von der professionalisierten (psychoanalytischen) therapeutischen Praxis, ob der Lehrberuf eine Profession darstellt und kommt unter anderem zu dem Schluss, dass die Schulpflicht einer solchen Bezeichnung im Weg stehe und

nicht von einer Profession im ursprünglichen Sinne gesprochen werden könne. Klassischerweise zählen Ärzte, Juristen und Geistliche zu den professionalisierten Berufen. Diese Berufe zeichnen sich nach Schrekenberg (1984) unter anderem durch hohe Qualifikationsanforderungen, Gesellschaftsdienlichkeit des Berufs, Expertenwissen, hohe Handlungsfreiheit, Organisation in Berufsverbänden, einen hohen sozialen Status und ein hohes Einkommen aus.

Allerdings folgert Schrekenberg (1984) im Gegensatz zu Oevermann (1996), dass der Lehrberuf seine Professionalisierung durchlaufen hat und somit von einer Profession gesprochen werden kann. Zu derselben Schlussfolgerung kommen auch Bromme (2008), Kunter, Baumert et al. (2011) und Baumert & Kunter (2006), sodass der Lehrberuf im Rahmen dieser Arbeit als Profession angesehen wird.

2.2.1 Professionswissen

Im vorherigen Abschnitt wurde bereits erwähnt, dass Lehrkräfte über Expertenwissen verfügen müssen, um vom Lehrberuf als Profession sprechen zu können. Dieses professionelle Wissen wird durch verschiedenste Aspekte charakterisiert. Zum Einen ist es domänenspezifisch und ausbildungs- bzw. trainingsabhängig und zum Anderen ist hierarchisch organisiert und vernetzt. Die Vernetzung lässt sich vor allem daran erkennen, dass das Wissen um Schlüsselkonzepte arrangiert ist. Weiterhin ermöglicht es verschiedene Kontexte zu integrieren und erlaubt damit ein variantenreiches Verhalten. Abschließend lässt sich anführen, dass automatisierte Standardprozesse, die flexibel an jede auftretende Situation angepasst werden können, existieren müssen, um von Expertenwissen sprechen zu können. (vgl. Kunter, Baumert et al., 2011; Kunz, 2011)

Für den Bereich Schule und Unterricht kann unter professionellem Wissen das Wissen verstanden werden, das Lehrpersonen benötigen, um erfolgreich unterrichten zu können. Ein besonders erfolgreicher Unterricht lässt sich beispielsweise an den Wirkungen (Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler) messen, aber auch eine Sichtweise auf die Methoden des Unterrichts ist möglich (Helmke, 2004).

2.2.2 Modell professioneller Handlungskompetenz

In den bisherigen Ausführungen ist lediglich in Ansätzen auf die Schule verwiesen wurden, sodass im Folgenden ein Modell dargestellt wird, das konkret der Beschreibung der professionellen Handlungskompetenz von Lehrerinnen und Lehrern dient.

Shulman (1986) unterteilt das professionelle Wissen von Lehrkräften zunächst in die Bereiche allgemein pädagogisches Wissen, Fachwissen und fachdidaktisches Wissen (Übersetzung nach Baumert & Kunter, 2006). Bereits ein Jahr später ergänzt Shulman (1987) noch die Elemente Wissen über das Fachcurriculum, Wissen über die Psychologie des Lernens, das Organisationswissen und das bildungshistorische Wissen (Übersetzung nach Baumert & Kunter, 2006).

Bromme (2008) greift diese Unterteilung auf und übernimmt die Bereiche Fachwissen, allgemein pädagogisches Wissen, curriculares Wissen und fachdidaktisches Wissen. Allerdings ergänzt er diese noch durch das Wissen über die Philosophie des Schulfachs und die diagnostische Kompetenz von Lehrern.

Eine Weiterentwicklung und graphische Darstellung nach Baumert & Kunter (2006) ist in Abbildung 1 vorzufinden. Die Autoren erweitern das Professionswissen um die Bereiche *Überzeugungen/ Werthaltungen*, *Motivationale Orientierungen* und *Selbstregulative Fähigkeiten* der Lehrkräfte, um letztlich zum vollständigen Modell professioneller Handlungskompetenz zu gelangen.

Zur genaueren Klassifizierung des Professionswissens werden in diesem Modell die Ausführungen von Shulman (1987) und Bromme (2008) aufgegriffen und die Bereiche pädagogisches Wissen, Fachwissen und fachdidaktisches Wissen um das Organisations- und Beratungswissen ergänzt.

Im Rahmen des in Abbildung 1 dargestellten Modells wird von Baumert & Kunter (2006) insbesondere die Bedeutung des Wissens und Könnens für die professionelle Handlungskompetenz hervorgehoben. Sie unterscheiden diesbezüglich die Bereiche deklaratives, prozedurales und strategisches Wissen. Dabei ist unter deklarativem Wissen das Faktenwissen, also das Wissen über Sachverhalte zu verstehen, während das prozedurale Wissen sich auf die Nutzung und Anwendung des deklarativen Wissens bezieht (Brunner, 2006).

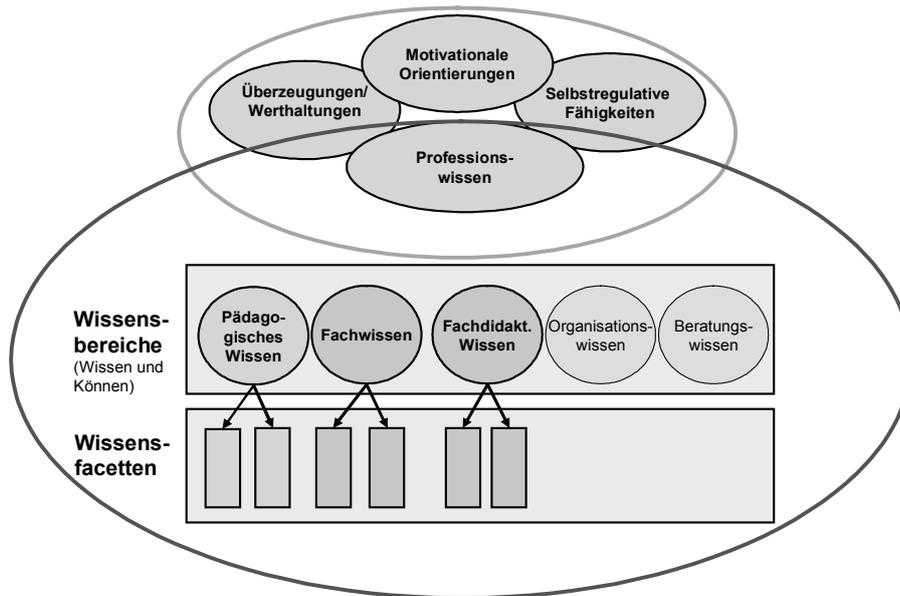


Abbildung 1: "Modell professioneller Handlungskompetenz" (Baumert & Kunter, 2006, S.482) mit genauerer Spezifizierung des Professionswissens von Lehrkräften - entnommen aus (Baumert & Kunter, 2006)

Die Kompetenz- bzw. Wissensfacetten werden von Frey (2014) anhand der COACTIV-Studie erläutert, allerdings geht er dabei nicht nur auf das Fach Mathematik ein, sodass die Ausführungen größtenteils auch für Physik übernommen werden können. Das Fachwissen beschreibt das Wissen über die Fachinhalte und das pädagogische Wissen wird durch die „Bezugsnormorientierung [und das] Wissen über Lernprozesse“ (Frey, 2014, S. 716) charakterisiert.

Das Organisationswissen beschreibt nach Shulman (1987) unter anderem das Wissen über alle Abläufe im schulischen Rahmen, wie zum Beispiel die allgemeine Organisation und Finanzierung der schulischen Abläufe.

Die Kommunikation zwischen Experten und Laien (Eltern, Schülerinnen und Schüler etc.) wird durch den Bereich des Beratungswissens ermöglicht (Baumert & Kunter, 2006).

Von besonderem Interesse für diese Arbeit ist jedoch das fachdidaktische Wissen, da dies nicht zuletzt die Wissensfacetten: Wissen über Potential von Aufgaben, Erklärungswissen, Nutzung des fachdidaktischen Wissens im Unterricht sowie die Diagnose und Beurteilung von Schüler- vorstellungen umfasst (Frey, 2014).

Die zuvor genannten Wissensbereiche des Professionswissens tauchen auch in den gängigen Modellen zur Beschreibung guten Unterrichts von Helmke (2004) und Meyer (2014) auf. In seinem Angebots-Nutzungs-Modell sieht Helmke (2004) die Expertise der Lehrkräfte als Einflussfaktor auf den Unterricht und unterscheidet die Bereiche Fachwissenschaft, Fachdidaktik, Klassenführung und Diagnostik.

Meyer (2014) stellt in seiner didaktischen Landkarte unter anderem dar, wie sich aus seiner Sicht die Lehrerkompetenz zusammensetzt. Er greift dazu die Fach-, Diagnose-, Methoden- und Sozialkompetenz auf. Weiterhin verweist Meyer (2010) darauf, dass der Lernerfolg der Lernenden bis zu 30% von der Lehrperson abhängen kann, sodass die besondere Stellung der Lehrerinnen und Lehrer nochmals hervorgehoben wird.

2.3 Diagnose und Diagnosekompetenz

In den vorherigen Abschnitten wurde bereits der Begriff der Diagnose(-kompetenz) verwendet ohne diesen speziell zu erläutern. In Folge dessen werden die Begrifflichkeiten nun genauer definiert und ihre Rolle im bereits vorgestellten Professionsmodell erläutert. Weiterhin wird die Bedeutung für den Unterricht und die Schule im Allgemeinen thematisiert.

2.3.1 Definition: Diagnose(-kompetenz)

Der Begriff *Diagnose* stammt aus dem Griechischen und ist zurückzuführen auf eine Unterscheidung oder Entscheidung. Helmke (2004) verweist jedoch darauf, dass nicht jede Unterscheidung mit einer Diagnose gleichzusetzen ist. „Das charakteristische Merkmal einer Diagnose liegt darin, dass *anhand vorgegebener Kategorien, Begriffe oder Konzepte* [Herv. d. Verf.] geurteilt wird“ (Helmke, 2004, S. 92). Weiterhin grenzt er die prognostische Tätigkeit von der Diagnose ab. Ein Grund dafür ist die viel komplexere Struktur der Prognose, da nicht nur der aktuelle Stand der Schülerinnen und Schüler erfasst, sondern auch die zukünftige Entwicklung eingeschätzt werden muss. Im Rahmen dieser Arbeit wird unter Prognose der Teil der Diagnose verstanden, der sich auf die Vorhersage von Schwierigkeiten beim Bearbeiten einer speziellen Problemstellung beschränkt. Prognostische Urteile, die sich auf Übergangsempfehlungen der Schülerinnen und Schüler beziehen, werden demzufolge vernachlässigt.

Zur exakten Definition von *Diagnose* wird der auf Ingenkamp zurückgehende Begriff der *pädagogischen Diagnostik* verwendet. Ingenkamp & Lissmann (2005) verweisen darauf, dass vor

30-40 Jahren das Feld der pädagogischen Diagnostik noch keine „etablierte wissenschaftliche Teildisziplin“ (Ingenkamp & Lissmann, 2005, S. 12) war und sich dementsprechend viele Definitionen finden ließen. Auf eine differenzierte Darstellung der verschiedenen Ansätze wird an dieser Stelle verzichtet. Es lässt sich jedoch als Gemeinsamkeit herausstellen, dass alle Definitionen versuchen, die Gesamtheit der diagnostischen Tätigkeiten von Lehrkräften kompakt zusammenzufassen. Dabei wird meist unterschieden zwischen

- „der Diagnostik zur Verbesserung des Lernens und
- der Diagnostik zur Erteilung von Qualifikationen“ (Ingenkamp & Lissmann, 2005, S. 20)

Eine weitere wichtige Unterscheidung wird von Helmke (2004) getroffen. Er unterscheidet dabei nicht zwischen den Zielen der Diagnose, sondern zwischen formeller und informeller Diagnose. Während die Aussagen einer formellen Diagnose sich auf konkrete Datenerhebungen und geplante Untersuchungen beziehen, werden informelle diagnostische Urteile ungeplant und unsystematisch getroffen. Letzteres spielt vor allem im Alltag von Lehrkräften eine besondere Rolle, da sie im Unterricht immer wieder spontan und weitestgehend unvorbereitet reagieren müssen, sodass keine Zeit für eine formale Erhebung bleibt.

In Bezugnahme auf die zuvor angeführte Unterscheidung von Ingenkamp & Lissmann (2005) ergibt sich folgende Definition der Pädagogischen Diagnostik:

„Pädagogische Diagnostik umfasst alle diagnostischen Tätigkeiten, durch die bei einzelnen Lernenden und den in einer Gruppe Lernenden Voraussetzungen und Bedingungen planmäßiger Lehr- und Lernprozesse ermittelt, Lernprozesse analysiert und Lernergebnisse festgestellt werden, um individuelles Lernen zu optimieren. Zur Pädagogischen Diagnostik gehören ferner die diagnostischen Tätigkeiten, die die Zuweisung zu Lerngruppen oder zu individuellen Förderungsprogrammen ermöglichen sowie die mehr gesellschaftlich verankerten Aufgaben der Steuerung des Bildungsnachwuchses oder der Erteilung von Qualifikationen zum Ziel haben.“
(Ingenkamp & Lissmann, 2005, S. 13)

Dabei meint die diagnostische Tätigkeit die Erfassung einer Situation, die Interpretation der gewonnenen Daten sowie die Nutzung zur Erklärung der beobachteten Situation bzw. zur Vorhersage zukünftiger Ereignisse (Ingenkamp & Lissmann, 2005).

Beim Begriff der Diagnose müssen zudem unterschiedliche Dimensionen berücksichtigt werden. Beispielsweise führt Helmke (2004) die Unterscheidung zwischen einer Beurteilung des Individuums oder der gesamten Klasse an. Dübbelde (2013) und Schrader (2008) unterscheiden hingegen die Begriffe Status- und Prozessdiagnostik. Ersteres bezieht sich auf die Erfassung bereits vorhandener Kompetenzen bzw. stabiler Personenmerkmale und Letzteres analysiert Arbeitsprozesse und Entwicklungen bei der Entstehung von Ergebnissen. In Anlehnung an die Unterscheidung zwischen Diagnose und Prognose nennt Helmke (2004) die Dimensionen „Status“ und „Potential“, die sich auf den aktuellen Stand bzw. zukünftige Entwicklungen beziehen. Weitere Unterscheidungen wie Personen- und Aufgabenerurteile oder fachliche und überfachliche Analysen runden die Dimensionen diagnostischer Urteile ab (vgl. Helmke, 2004).

Hußmann, Leuders & Prediger (2007) erläutern zudem, dass die Diagnose zu unterschiedlichen Zeitpunkten stattfinden kann. Es wird dabei unterschieden zwischen Lernausgangsdiaagnose, -prozessdiagnose, -ergebnisdiagnose. Die Lernprozess- und Lernergebnisdiagnose sind dabei während bzw. nach dem Lernprozess einzuordnen. Für die Diagnose zur Verbesserung des Lernens im Sinne einer optimierten Vorbereitung des Unterrichts ist „die *Lernausgangsdiaagnose* [Herv. d. Verf.] von entscheidender Bedeutung“ (Hußmann, Leuders & Prediger, 2007, S. 2).

Die vorherigen Ausführungen haben damit das Verständnis von Diagnose in der Schule geklärt. Allerdings wurden in der Einleitung bereits die Begrifflichkeiten *Diagnosekompetenz* und *diagnostische Kompetenz* von Lehrkräften verwendet, ohne den Begriff der *Kompetenz* genauer zu erläutern, sodass die Definition von Weinert (2002) an dieser Stelle aufgegriffen wird:

„Kompetenzen [sind] die bei den Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen emotionalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“ (Weinert, 2002, S. 27f.)

Die Kombination der beiden zuvor angeführten Definitionen stellt dann die Grundlage für die weiteren Ausführungen und das Verständnis der diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften dar.

Im Rahmen dieser Arbeit wird zudem die „Feststellung von sonderpädagogischen Förderbedarf oder die diagnostische Abklärung von psychischen Störungen, Verhaltensauffälligkeiten

oder emotionalen Schwierigkeiten“ (Schrader, 2014, S. 865) nicht unter den Begriff Diagnose gefasst. Außerdem ist in Anlehnung an Weinert (2000) mit den diagnostischen Fertigkeiten von Lehrkräften weniger das Wissen über Testverfahren gemeint ist, als die „fortlaufende Registrierung der Lern- und Leistungsfortschritte, aber auch der Lernschwierigkeiten und Leistungsmängel der einzelnen Schüler“ (Weinert, 2000, S. 16).

Zusammenfassend liegt damit der Schwerpunkt der Arbeit auf der Diagnose zur Verbesserung des Lernens, sodass die Erteilung von Qualifikationen in den Hintergrund rückt und immer dann, wenn von „Diagnose“ gesprochen wird, die „Diagnose zur Verbesserung des Lernens“ gemeint ist.

2.3.2 Diagnose im Rahmen des „Professionsmodells“

In der Literatur herrscht keine Einigkeit darüber, wie die Diagnosekompetenz der Lehrkräfte im Modell professioneller Handlungskompetenz einzuordnen ist. Helmke (2004), Meyer (2014), Shulman (1987), Weinert (2000) und Bromme (2008) fassen die diagnostische Kompetenz als eigenständigen Wissensbereich auf, was besonders in den Ausführungen von Weinert (2000) deutlich wird. Er führt die Bereiche Sach-, Klassenführungs-, didaktische und diagnostische Kompetenzen als grundlegend für guten Unterricht an. Die diagnostische Kompetenz von Lehrkräften sieht er als „ein Bündel von Fähigkeiten, um den Kenntnisstand, die Lernfortschritte und die Leistungsprobleme der einzelnen Schüler sowie die Schwierigkeiten verschiedener Lernaufgaben im Unterricht fortlaufend beurteilen zu können, sodass das didaktische Handeln auf diagnostischen Einsichten aufgebaut werden kann“ (Weinert, 2000, S. 16). Offensichtlich ist an dieser Stelle auch, dass diese Beschreibung erhebliche Parallelen zur Definition aus Abschnitt 2.3.1 aufweist, wobei die Erteilung von Qualifikationen unberücksichtigt bleibt.

Im Gegensatz dazu verstehen Riese (2009), Baumert & Kunter (2006), Kunz (2011) und Brunner (2006) die diagnostische Kompetenz als Facette des fachdidaktischen Wissens bzw. des allgemeinen pädagogischen Wissens³.

Letztere Unterscheidung beruht dabei jedoch auf den zuvor bereits genannten unterschiedlichen Aspekten der Diagnose nach Ingenkamp & Lissmann (2005). Bei einer Zuordnung zum allgemeinen pädagogischen Wissen stehen die „[f]ächerübergreifende[n] Prinzipien des Diagnostizierens, Prüfens und Bewertens“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 485) im Vordergrund.

³Dabei ist zu beachten, dass sich die beiden letzten Quellen auf das Modell der COACTIV-Studie stützen.

Die Berücksichtigung des „Vorwissen der Schülerinnen und Schüler [...] [für eine] konstruktiv-unterstützend wirkende Unterrichtsgestaltung“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 489) lässt hingegen auf eine Zuordnung zum fachdidaktischen Wissen schließen.

Diese Zuordnung wird auch in den Ausführungen von Gramzow, Riese & Reinhold (2013) deutlich, denn dort heißt es für das fachdidaktische Wissen: „Weiterhin sollten typische Schülerfehler und Schwierigkeiten in der Handhabung von Experimenten bekannt sein bzw. eingeschätzt werden können (vgl. Riese, 2009, Verweis im Original) und Lernschwierigkeiten, Schülerkonzeptionen und Fehler speziell beim Experimentieren [von Lehrkräften] diagnostiziert und vorhergesagt werden können“ (Gramzow, Riese & Reinhold, 2013, S. 23).

Brunner, Kunter et al. (2006) erläutern die Facetten des fachdidaktischen Wissens (für das Fach Mathematik) an Hand des fachdidaktischen Dreiecks (vgl. Abbildung 2). Demzufolge ergeben sich drei Wissensbereiche: Der Punkt *Verhandlung/ Instruktion* bezieht sich auf das Wissen der Lehrkräfte, wie die Inhalte im Unterricht angemessen präsentiert und erklärt werden können. Unter *Inhalte/ Aufgaben* wird das Wissen über das Potential des Schulstoffs verstanden. Der letzte Aspekt der *Schülerinnen und Schüler* weist auf eine Zuordnung der Diagnosekompetenz zum Bereich des fachdidaktischen Wissens hin, da hier das Wissen über „fachbezogene Schülerkognitionen ([...] z.B. Wissen über typische Schülerfehler und Schülerschwierigkeiten)“ (Brunner, Kunter et al., 2006, S. 525) angesprochen wird.

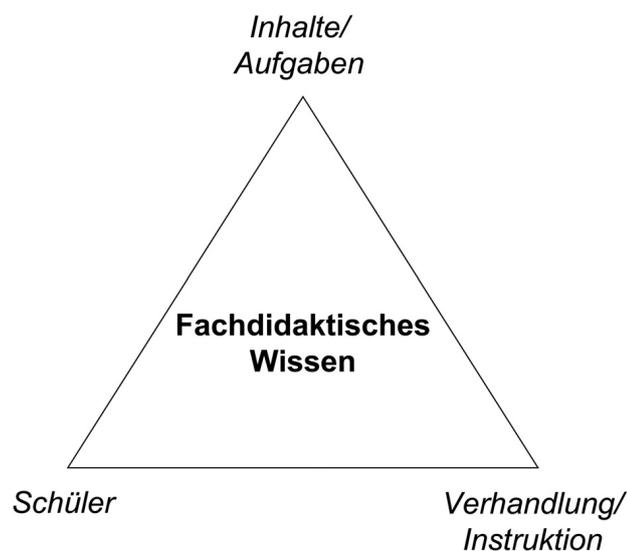


Abbildung 2: Fachdidaktisches Dreieck zur Erläuterung der Facetten des fachdidaktischen Wissens - entnommen aus (Brunner, Kunter et al., 2006)

Insgesamt scheint somit der Schluss, dass die Diagnostik zur Verbesserung des Lernens Teil des fachdidaktischen Wissens im Rahmen des Modells professioneller Handlungskompetenz nach Baumert & Kunter (2006) ist, zulässig. Weiterhin stellt eine solche Einordnung inhaltlich keinen Widerspruch zu den Modellen dar, die die diagnostische Kompetenz als eigenen Bereich auffassen.

2.3.3 Bedeutung von Diagnose im Unterricht

Die Bedeutung der Diagnose zur Verbesserung des Lernens im Unterricht muss immer unter dem Aspekt betrachtet werden, dass eine hohe diagnostische Kompetenz nicht automatisch einen Lernerfolg für die Schülerinnen und Schüler bedeutet. Erst das Zusammenführen der diagnostischen Kompetenz mit entsprechenden Maßnahmen im Unterricht führt auf den gewünschten Lernzuwachs der Lernenden (Schrader & Helmke, 2002). Bestätigend dazu formuliert Helmke (2004), dass die Kombination von hoher diagnostischer Kompetenz mit entsprechenden Strukturierungen im Unterricht einen besonders hohen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler ermöglicht.

Unter der Annahme, dass Lehrkräfte aus ihren Beobachtungen auch die richtigen Schlussfolgerungen ziehen, lässt sich nun die Bedeutung für den Unterricht formulieren.

Mit dem Wechsel von den Lehrplänen (Hessisches Kultusministerium, 2010) zu den Bildungsstandards (KMK, 2005) rückten die methodischen Kompetenzen der Schüler, die zuvor implizit mitgelernt werden mussten (Nawrath, Maiseyenko & Schecker, 2011), verstärkt in den Vordergrund. Durch diesen Übergang wurde zudem die „explizite Förderung und Diagnostik prozessbezogener Kompetenzen (z.B. im Bereich Experimentieren)“ (Nawrath, Maiseyenko & Schecker, 2011, S. 42) immer bedeutsamer. In Folge dessen betonen die Autoren, dass auch bei der Planung und Durchführung von Unterricht ein Wandel stattfinden muss, sodass der Diagnose zur Vorbereitung des Unterrichts durch die Vorgaben der Bildungsstandards eine gesonderte Rolle zugewiesen wird.

Diese Ansicht wird von Schrader (2014) geteilt, denn er sieht die diagnostische Tätigkeit von Lehrpersonen als zentral an, wenn es um die Erfassung der Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler geht. Diese individuellen Voraussetzungen können dann verwendet werden, um den Unterricht sinnvoll an die Lernenden anzupassen (vgl. Köller & Meyer, 2013; Schrader,

2014; McElvany et al., 2009). Mit einer sinnstiftenden Passung ist in diesem Zusammenhang insbesondere die Abstimmung der „Unterrichtsmaßnahmen, Fragen und Aufgaben auf die Lernvoraussetzungen der Schüler“ (Helmke, 2004, S. 85) gemeint.

Jedoch müssen die im vornherein erkannten Schwierigkeiten und individuellen Fähigkeiten der Lernenden nicht nur bei der Planung, sondern auch im Unterricht während der Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern ständig beachtet werden (Schrader, 2008). Zusätzlich ist die Nachbereitung des Unterrichts zentral für eine weitere Optimierung der Lernprozesse, da hier die Reflektion über die durchgeführte Lerneinheit stattfindet.

Zusammenfassend lässt sich formulieren, dass Lehrkräfte ihre diagnostischen Kompetenzen verwenden sollten, um „(1) kognitive Aufgabenanforderungen und – Schwierigkeiten einzuschätzen sowie (2) das Vorwissen und (3) Verständnisprobleme der Schülerinnen und Schüler ihrer Klasse angemessen zu beurteilen“ (Brunner, Anders et al., 2011, S. 216) und entsprechend in der Planung und Umsetzung von Unterricht zu berücksichtigen.

Ergänzend zu den bisherigen Ausführungen sei angemerkt, dass die Kultusministerkonferenz explizit für die Ausbildung von Physiklehrkräften die „Diagnose von Lernschwierigkeiten“ (KMK, 2015, S. 43) fordert. Weiterhin soll die „Diagnose und Förderung individueller Lernprozesse“ (KMK, 2014, S. 5) zentraler Bestandteil in der Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern sein.

In Anbetracht dieser Tatsache scheint es jedoch verwunderlich, dass die Entwicklung der diagnostischen Kompetenz in der universitären Ausbildung und in den später folgenden Weiterbildungen von Lehrerinnen und Lehrern meist nur eine untergeordnete Rolle spielt (vgl. u.a. Helmke, 2004; Weinert, 2000).

2.4 Schülerexperimente und Schwierigkeiten

Im vorherigen Abschnitt wurde bereits allgemein die Bedeutung einer hohen diagnostischen Kompetenz für den Unterricht dargestellt. Speziell für das Fach Physik heben Nawrath, Maisyenka & Schecker (2011) und Gramzow, Riese & Reinhold (2013) die diagnostischen Tätigkeiten der Lehrer im Bereich der Experimente bzw. Schülerexperimente hervor. Diese Betrachtung scheint vor allem deshalb bedeutsam, da das Potential von Schülerexperimenten im Unterricht nicht immer genutzt wird (Lunetta, 1998). Walpuski & Hauck (2014) verweisen zu-

dem darauf, dass Schülerinnen und Schüler große Probleme beim Experimentieren haben. Um diesen Problemen entgegenwirken zu können, ist es daher von großer Bedeutung die Schwierigkeiten im Vorhinein zu kennen und in der Planung entsprechend zu berücksichtigen.

Im folgenden Abschnitt wird deshalb zunächst erläutert, was unter einem Schülerexperiment zu verstehen ist und anschließend die Bedeutung für den Unterricht nochmals gesondert dargelegt. Abschließend wird der Begriff der „Schwierigkeit“ im Bezug auf Experimentierphasen erläutert und definiert.

2.4.1 Klassifizierung von Schülerexperimenten

Unter einem *Schülerexperiment* wird im Allgemeinen ein Experiment verstanden, das von den Schülerinnen und Schülern selbst durchgeführt wird. Berger (2011) unterscheidet zwischen dem klassischen Schülerexperiment, was dem Abarbeiten einer Anleitung entspricht, und dem offenen Experimentieren. Letzteres ist dadurch charakterisiert, dass das Experiment von den Schülern „weitestgehend selbstständig [...] geplant, durchgeführt und ausgewertet“ (Berger, 2011, S.37) wird.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass beim klassischen Schülerexperiment durch das Abarbeiten einer kochbuchartigen Anleitung meist „weder das Interesse angeregt, noch der erwartete Lernerfolg erzielt wird“ (Walpuski & Hauck, 2014, S. 402). Allerdings verweisen Metzger & Sommer (2010) darauf, dass diese Methode nötig ist, um die Grundfertigkeiten des Experimentierens zu erlernen.

Neben einer Klassifizierung nach dem Öffnungsgrad der Aufgabenstellung existieren noch weitere Unterteilungen. Beispielsweise unterscheiden Arnold, Kremer & Mayer (2014) zwischen dem forschenden und dem bestätigenden Experiment. Während im letzten Fall die Bestätigung eines bekannten Zusammenhangs im Mittelpunkt steht, zielt das forschende Experiment auf die Erkenntnis neuer Zusammenhänge ab. Zwischen diesen beiden Unterscheidungen kann das anwendungsorientierte Schülerexperiment nach Pfeifer, Schaffer & Sommer (2011) eingeordnet werden. Hier nutzen die Schülerinnen und Schüler ihr bereits vorhandenes Wissen, um das gestellte Problem bearbeiten und lösen zu können.

Ein Überblick weiterer Unterscheidungen ist in (Barzel, Reinhoffer & Schrenk, 2012) zu finden. Dort wird unterschieden nach dem Hauptakteur beim Experimentieren, dem benötigten Material, der Dauer des Experiments, der Reichweite der Aussagen oder der Nähe zum Objekt.

2.4.2 Bedeutung von Schülerexperimenten im Unterricht

Experimente und vor allem auch Schülerexperimente spielen im heutigen naturwissenschaftlichen Unterricht eine zentrale Rolle (Arnold, Kremer & Mayer, 2014). Dies wird auch in den Bildungsstandards deutlich, denn dort heißt es, dass das „Experimentieren und das Entwickeln von Fragestellungen wesentliche Bestandteile physikalischen Arbeitens“ (KMK, 2005, S. 10) sind. Die erlernbaren Kompetenzen sind dabei vor allem dem Bereich der Erkenntnisgewinnung zuzuordnen: Die Schülerinnen und Schüler „planen einfache Experimente, führen sie [ggf. auch nach Anleitung] durch und dokumentieren die Ergebnisse [und] werten gewonnene Daten aus, ggf. auch durch einfache Mathematisierungen“ (KMK, 2005, S. 11).

Doch nicht nur die strukturellen Vorgaben sprechen für den Einsatz von Schülerexperimenten im Unterricht, sondern auch diverse Vorzüge, von denen einige im Folgenden aufgezählt werden.

Duit, Gropengießer & Stäudel (2007) führen an, dass die Schülerinnen und Schüler nicht nur die Fachinhalte der Naturwissenschaften und über die Naturwissenschaften selbst lernen können, sondern auch die Möglichkeit haben naturwissenschaftliche Arbeitsweisen einzuüben. Diese Punkte können zudem um persönliche Aspekte ergänzt werden. So bilden die Schülerinnen und Schüler soziale Kompetenzen aus und können ihr eigene Persönlichkeit, beispielsweise in den Bereichen Genauigkeit und Ausdauer, weiterentwickeln (Girwidz, 2015).

Weiterhin nennt Wilke (1993) unterrichtspraktische Punkte. So sind alle Lernenden während eigenständiger Experimentierphasen aktiv und können ihr eigenes Arbeitstempo wählen, sodass das Begreifen der Inhalte erst möglich wird. Außerdem bieten die selbstständigen Phasen eine Möglichkeit zur Differenzierung im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Ungeachtet dieser Vorzüge zeigen Haagen-Schützenhöfer & Hopf (2010) ein sehr widersprüchliches Forschungsbild auf. Während diverse Studien auf die Vorzüge von Schülerexperimenten bei der Vermittlung von Wissen und praktischen Tätigkeiten hindeuten, gibt es ebenso Untersuchungen, die ein gegenteiliges Ergebnis liefern. Auf ein ähnliches Bild weisen Stolz & Erb (2014) hin und führen dies auf die Komplexität des Unterrichts zurück, die die Messung eines einzelnen Merkmals schwierig macht. Engeln (2010) geht davon aus, dass Schülerexperimente nur dann wirksam sein können, wenn sie für die Lernenden nachvollziehbar in den Unter-

richt integriert sind. Um dies zu realisieren, führt sie Forderungen an, die für eine motivational und kognitiv stimulierende Lernumgebung während eigenständiger Experimentierphasen sorgen sollen. Dazu gehört zum Beispiel, dass die Versuche eine Herausforderung darstellen, Ziel und Zweck einsichtig sind und es nicht um das Abarbeiten einer kleinschrittigen Anleitung geht.

Trotz des unklaren Forschungsstandes sollten Schülerexperimente weiterhin ein wichtiger Bestandteil des Unterrichts sein, da der „Erwerb von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung [...] ein zentrales Bildungsziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (Arnold, Kremer & Mayer, 2014, S. 83) darstellt.

2.4.3 Definition: Schwierigkeit

Um Schwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren diagnostizieren zu können, ist es notwendig eine Definition des Begriffs „Schwierigkeit“ festzulegen. Analog zu Jung, Reul & Schwedes (1977) unterscheiden Kechel & Wodzinski (2013) zunächst zwischen sach-, lehr- sowie innenbedingten Lernschwierigkeiten und ergänzen diese um sozialbedingte Aspekte.

Die sachbedingten Schwierigkeiten greifen vor allem die inhaltlichen und fachlichen Probleme auf, während die lehrbedingten sich auf die Lern- bzw. Experimentierumgebung beziehen. Unter den innenbedingten Schwierigkeiten werden all die Faktoren verstanden, die die Schülerinnen und Schüler auszeichnen und ihren individuellen Lernprozess beeinflussen, wie zum Beispiel ihre Fähigkeit, Wissen eigenständig zu erarbeiten. Schwierigkeiten, die sich aus der Interaktion zwischen Schülerinnen und Schülern ergeben, werden als sozialbedingt bezeichnet. (Kechel & Wodzinski, 2013)

Unter Beachtung dieser vier Dimensionen konnten Kechel & Wodzinski (in Vorb.) die nachfolgende Definition einer Schülerschwierigkeit während eigenständiger Experimentierprozesse formulieren.

„Eine [...] Schülerschwierigkeit beim Experimentieren liegt dann vor, wenn die Schülerinnen und Schüler ein für das erfolgreiche Bearbeiten der Experimentieraufgabe erforderliches Teilziel nicht, in unbefriedigendem Maße oder nur mit großer Mühe erreichen oder wenn der Experimentierprozess von unerwünschten Nebenwirkungen im (Sozial-)Verhalten oder beim Erleben (motivational, emotional, volitional) begleitet wird.“ (Kechel & Wodzinski, in Vorb.)

Dabei ist zu beachten, dass die Formulierung von Teilzielen für jede Aufgabe speziell vorgenommen werden muss. Dies kann eine komplette Neuformulierung oder aber auch eine Anpassung bereits vorhandener Zielstellungen sein. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Teilziele lediglich für einzelne Phasen, wie zum Beispiel das Messen oder das Auswerten, zu formulieren.

2.5 Aktueller Stand der Forschung

Aktuelle Studien, die sich mit den Bedingungsfaktoren diagnostischer Kompetenz von Lehrpersonen im Bezug auf Schülerexperimente im Fach Physik beschäftigen, liegen nicht vor. Zudem beziehen sich die meisten Studien zur Diagnose vor allem auf die Genauigkeit von Lehrerurteilen und sind zusätzlich „recht verstreut und unsystematisch“ (Schrader, 2009, S. 243). In Folge dessen werden auch Studien betrachtet, die sich mit Diagnose, dem Professionswissen oder dem fachdidaktischen Wissen von Lehrerinnen und Lehrern in einer allgemeineren Form befassen.

Lorenz (2011) verweist global darauf, dass noch keine „[e]mpirische[n] Belege dazu [existieren], inwiefern sich Frauen und Männer im Lehrerberuf unterscheiden“ (Lorenz, 2011, S. 87). Von Dübbelde (2013) wird hingegen ein schwacher, aber hochsignifikanter Zusammenhang zwischen der statusdiagnostischen Kompetenz für die Beurteilung von Schülerlösungen von 155 Biologielehramtsstudierenden im Bereich Scientific Reasoning und dem Geschlecht gemessen. Für andere Bereiche der Studie wie der Beurteilung eines Schülerexperimentierprozesses (status- und prozessdiagnostisch) findet sie hingegen keine Zusammenhänge.

Demaray & Elliot (1998) konnten in ihrer Studie keinen Zusammenhang zwischen Berufserfahrung der Lehrenden und der Einschätzung von schulischem Erfolg der Schülerinnen und Schüler erkennen. Ähnliche Ergebnisse lieferte auch die Arbeit von McElvany et al. (2009), die insgesamt nur schwache Zusammenhänge zwischen diagnostischer Kompetenz im Bereich der Text-Bild-Integration und der Berufserfahrung finden konnten. Für das fachdidaktische Wissen im Fach Mathematik konnten Brunner, Kunter et al. (2006) im Rahmen der COACTIV-Studie ebenfalls keine signifikanten Zusammenhänge zur Berufserfahrung feststellen.

Da sie eine starke Korrelation zwischen Alter und Berufserfahrung ($r = .91$, $p < 0,01$) messen, weisen Brunner, Kunter et al. (2006) zudem darauf hin, dass sich keine neuen Erkenntnisse

bezüglich der Beziehungen zwischen Alter und fachdidaktischem Wissen finden lassen. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommt Dübbelde (2013), die keine Korrelation zwischen dem Alter der Biologielehramtsstudierenden und ihren diagnostischen Fähigkeiten finden konnte.

Bezüglich der Schulform (Gymnasial und Nicht-Gymnasial), in der die Lehrpersonen unterrichten, und ihrem fachdidaktischen Wissen lassen sich in der COACTIV-Studie signifikante Unterschiede für das Fach Mathematik feststellen, die sich auch auf andere Fächer übertragen lassen (Kunter & Baumert, 2011). So besitzen die Gymnasiallehrkräfte eine deutliche höhere fachdidaktische Expertise als die Nicht-Gymnasiallehrer. Brunner, Kunter et al. (2006) führen jedoch an, dass der Unterschied zwischen beiden Gruppen geringer ausfällt (aber immer noch signifikant ist), wenn der fachwissenschaftliche Vorsprung der Gymnasiallehrkräfte entsprechend berücksichtigt wird. Offen bleibt an dieser Stelle, wie groß der Anteil des diagnostischen Wissens am fachdidaktischen ist.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass Cappell (2013) in ihrer Studie mit 29 bzw. 34 Lehramtsstudierenden für das Fach Physik einen Zusammenhang zwischen fachlichem Wissen und der Diagnosekompetenz finden konnte, allerdings merkt sie an, dass keine Kausalität zwischen den beiden untersuchten Größen existiert. Weiterhin konnte im Rahmen der COACTIV-Studie festgestellt werden, dass Gymnasiallehrer über deutlich mehr Fachwissen verfügen als Lehrkräfte, die in einer anderen Schulform unterrichten (Kunter & Baumert, 2011).

Jüttner & Neuhaus (2013) stellten in ihrer Teilstudie des Projekts ProWiN mit 167 Teilnehmern fest, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Abschluss (Lehrkräfte für Biologie, Diplombiologinnen und -biologen sowie Diplompädagoginnen und -pädagogen) und ihrem fachdidaktischen Wissen existiert. Während die Lehrkräfte am besten abschneiden, landen die Diplompädagoginnen und -pädagogen auf dem letzten Platz. Allerdings lassen sich diese Unterschiede zumindest teilweise auf das mangelnde Fachwissen der Diplompädagoginnen und -pädagogen zurückführen. Zudem sind die Unterschiede zwischen Lehrkräften und Diplombiologinnen und -biologen sehr gering. (Jüttner & Neuhaus, 2013)

Die Autoren weisen darauf hin, dass das Projekt ProWin als Analogon zur COACTIV-Studie angesehen werden kann und vor allem für Physik und Chemie vergleichbare Ergebnisse liefert, sodass ein Transfer zwischen den Ergebnissen in Mathematik und im Fach Physik insgesamt als zulässig erscheint.

3 Forschungsfrage und Hypothesen

In Abschnitt 2.5 wurde bereits aufgezeigt, dass die Forschungsergebnisse bezüglich der diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften unzureichend sind. Zudem beziehen sich die Studien meist sehr breit gefächert auf die fachdidaktische Kompetenz bzw. das Professionswissen von Lehrpersonen und gehen dabei nur bedingt auf Physiklehrkräfte und ihre diagnostische Kompetenz bezüglich der Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren ein.

Dies ist besonders deshalb erstaunlich, da gerade diesen schülerorientierten Experimentierphasen eine immer größer werdende Rolle im naturwissenschaftlichen Unterricht zugeschrieben wird (vgl. Abschnitt 2.4.2) und das Potential von solchen Schülerexperimenten im heutigen Physikunterricht zumindest teilweise ungenutzt bleibt.

Weiterhin wurde in Abschnitt 2.3.3 aufgezeigt, dass die Diagnose bzw. Prognose von Schülerschwierigkeiten wichtig für das Gelingen und die Passung des Unterrichts ist und in Kombination mit den richtigen didaktischen Entscheidungen eine grundlegende Voraussetzung für einen Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler darstellt. Speziell für das fachdidaktische Wissen in Physik und auf Experimentierphasen im Unterricht bezogen „sollten typische Schülerfehler und Schwierigkeiten in der Handhabung von Experimenten bekannt sein bzw. eingeschätzt werden können (vgl. Riese, 2009, Verweis im Original) und Lernschwierigkeiten, Schülerkonzeptionen und Fehler speziell beim Experimentieren [von Lehrkräften] diagnostiziert und vorhergesagt werden können“ (Gramzow, Riese & Reinhold, 2013, S. 23).

Weinert (2000) und Helmke (2004) führen zudem an, dass die Entwicklung diagnostischer Fertigkeiten sowohl in der Aus- als auch in der Weiterbildung von Lehrkräften eine untergeordnete Rolle spielt, sodass eine genauere Untersuchung der Bedingungsfaktoren der diagnostischen Kompetenz sinnvoll erscheint, um damit mögliche Anreize für eine Verbesserung des Fortbildungsprogramms oder der Ausbildung von Lehrkräften zu entwickeln.

In Folge der bisherigen Ausführungen und mit der Motivation, Ansätze für eine Verbesserung der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften zu liefern, wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit der folgenden Frage nachgegangen:

Welche Bedingungsfaktoren existieren in Bezug auf die Diagnosekompetenz von Physiklehrkräften beim Einschätzen von Schülerschwierigkeiten während eigenständiger Experimentierprozesse?

Neben der Beantwortung dieser Frage wird auch untersucht, inwiefern sich die Ergebnisse aus den zuvor angeführten Studien zum fachdidaktischen Wissen bzw. Professionswissen von Lehrkräften (vgl. Abschnitt 2.5) auf die Diagnosekompetenz im Fach Physik übertragen lassen. In Anlehnung an die Ausführungen von Brunner, Kunter et al. (2006) und Kunter & Baumert (2011) ist ein Zusammenhang zwischen diagnostischer Kompetenz und der Schulform, in der die Lehrperson unterrichtet, zu erwarten und es ergibt sich folgende Hypothese:

Lehrpersonen, die an einem Gymnasium unterrichten, besitzen eine größere diagnostische Kompetenz, als diejenigen, die nicht an einem Gymnasium unterrichten.

Weiterhin lassen die Ausführungen von Jüttner & Neuhaus (2013) die Formulierung einer Hypothese bezüglich des Zusammenhangs zwischen diagnostischer Kompetenz und dem Studienabschluss zu:

Die diagnostische Kompetenz von Lehrkräften mit einem abgeschlossenen Lehramtsstudium ist stärker ausgeprägt als die der Lehrkräfte ohne ein entsprechendes Studium.

Für weitere mögliche Bedingungsfaktoren wie das Alter, die Berufserfahrung, das Geschlecht und die Erfahrung mit Schülerexperimenten im Unterricht liegen keine, für eine Hypothesenbildung unzureichende oder widersprüchliche Forschungsergebnisse vor, sodass diese Aspekte ohne die Formulierung einer Hypothese untersucht werden.

4 Untersuchung

Die Untersuchung basiert auf zwei getrennt voneinander erhobenen Datensätzen. Im ersten Schritt wurden im Rahmen des Promotionsvorhabens von Martin Draude als Teil des DiSiE-Projekts an hand von Aussagen verschiedener Lehrerinnen und Lehrern mögliche Schwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren am Beispiel des Hooke'schen Gesetzes erfasst und in sinnvolle Kategorien unterteilt.

Bereits auf den ersten Blick unterscheiden sich die gewonnenen Kategorien jedoch erheblich bezüglich ihrer Bedeutung und Auswirkungen auf den Experimentierprozess. In Folge dessen ist es nötig, die Bedeutsamkeit der einzelnen Kategorien näher zu erheben, um darauf aufbauend Schlussfolgerungen bezüglich der Diagnosekompetenz der einzelnen Lehrkräfte ziehen zu können. Die Bewertung der einzelnen Kategorien erfolgt im vorliegenden Fall durch ein Expertenrating.

Bevor jedoch die Erhebung der Schwierigkeiten, das Rating und die zugehörigen Stichproben genauer beschrieben werden, ist im Folgenden zunächst die genaue Zielsetzung der Untersuchung dargelegt.

4.1 Zielsetzung

Die Diagnosekompetenz von Lehrkräften kann nicht direkt und allumfassend betrachtet sowie gemessen werden, da es sich um ein sehr komplexes Konstrukt und vor allem um ein latentes Merkmal handelt. In Folge dessen wird für diese Arbeit die Prognosefähigkeit von Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler beim eigenständigen Experimentieren am Beispiel des Hooke'schen Gesetzes als Indikator für die Diagnosekompetenz der Lehrenden festgelegt.

Ziel der Untersuchung ist es, die Diagnosekompetenz zunächst zu quantifizieren, um anschließend den Einfluss der Bedingungsfaktoren Alter, Berufserfahrung, Geschlecht, Studienabschluss (Lehramt oder Nicht-Lehramt) und Schulform (Gymnasial und Nicht-Gymnasial) zu untersuchen.

In diesem Zusammenhang wird auch getestet, ob die zuvor formulierten Hypothesen zutreffend sind und sich damit die Forschungsergebnisse von Brunner, Kunter et al. (2006), Kunter & Baumert (2011) und Jüttner & Neuhaus (2013) reproduzieren und auf den konkreten Fall übertragen lassen.

Neben den bereits erwähnten, stabilen Merkmalen der Lehrkräfte wird auch überprüft, inwiefern sich die Erfahrung mit Schülerexperimenten oder die im Unterricht für Schülerexperimente verwendete Zeit auf die prognostischen Fähigkeiten der Lehrerinnen und Lehrer auswirkt.

4.2 Erhebung der diagnostizierten Schwierigkeiten

4.2.1 Vorgehensweise

Zur Erhebung der möglicherweise auftretenden Schwierigkeiten wurden im Rahmen des DiSiE-Projekts Lehrpersonen interviewt und eine Online-Befragung mit einem an die Interviews angelehnten Inhalt durchgeführt. In beiden Fällen war es unter anderem die Aufgabe der Lehrpersonen, Schülerschwierigkeiten bezüglich einer Aufgabenstellung zum Hooke'schen Gesetz zu prognostizieren.

Bei der zuvor erwähnten Aufgabenstellung⁴ sollten die Schülerinnen und Schüler die Masse einer Bonbon-Tüte möglichst exakt bestimmen. Dafür standen den Lernenden drei Referenzmassen, eine Feder, das benötigte Stativmaterial sowie eine Hilfekarte zum Hooke'schen Gesetz und ein vorbereiteter Protokollbogen zur Verfügung.

Für die Interviews war ein Zeitrahmen von ca. 1,5 Stunden eingeplant. Dabei ist zu beachten, dass ein Großteil der Zeit für die Analyse eines Videos verwendet wurde, bei der die Lehrkräfte die Schwierigkeiten der aufgezeichneten Schülerinnen nennen sollten. Da es sich hier jedoch nicht um eine prognostische Tätigkeit handelt, spielt die handlungsbegleitende Analyse der Lehrkräfte im weiteren Verlauf keine Rolle.

In der Online-Befragung fand hingegen keine Videoanalyse statt, sodass für die Bearbeitung des Fragebogens lediglich 25 Minuten veranschlagt wurden.

Im Promotionsvorhaben von Martin Draude wurden die Aussagen der Lehrerinnen und Lehrer durch das Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) analysiert und in sinnvolle Kategorien über erwartete Schülerschwierigkeiten zusammengefasst (vgl. Anhang). Damit liegen die aus Sicht der befragten Lehrpersonen möglicherweise auftretenden Schülerschwierigkeiten in kategorisierter Form vor. Allerdings kann durch dieses Vorgehen nicht

⁴Eine genaue Darstellung des Arbeitsauftrags und allen dazugehörigen Materialien ist im Anhang der Arbeit zu finden.

gewährleistet werden, dass diese Liste vollständig ist. In Folge dessen wird im Rahmen des Expertenratings überprüft, ob die dort befragten Experten weitere Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler erwarten (vgl. Abschnitt 4.3).

Weiterhin wurden die Aussagen der Lehrerinnen und Lehrer bereits so aufbereitet, dass entsprechende Teile ihrer Aussagen den einzelnen Kategorien zugeordnet sind und dieser Datensatz ohne weitere Überprüfung für die vorliegende Arbeit verwendet wird.

4.2.2 Beschreibung der Stichprobe

Für die Interviews wurden 25 Lehrkräfte aus der Stadt Kassel und dem Umfeld befragt. Weiterhin nahmen 130 Lehrkräfte aus ganz Hessen an der Onlinebefragung teil. Die Teilnahme an der Studie verlief außerhalb der Schulzeit und erfolgte auf freiwilliger Basis.

Zusammenfassend beteiligten sich an der Studie insgesamt 62 Frauen und 93 Männer im Alter von 25 bis 63 Jahren und einer Berufserfahrung von maximal 40 Jahren. Dabei unterrichten fast zwei Drittel der Teilnehmer an einem Gymnasium und drei Viertel haben ein Lehramtsstudium abgeschlossen (vgl. Abschnitt 5.3).

Die Angabe personenbezogener Daten war freiwillig, wurde jedoch von keiner Lehrkraft verweigert, sodass der gesamte Datensatz für die Auswertung zur Verfügung steht. Weiterhin ist anzumerken, dass die Angaben zur Erfahrung mit und zum Einsatz von Schülerexperimenten auf einer Selbsteinschätzung der Lehrerinnen und Lehrer beruht und daher nicht überprüft werden kann.

4.3 Durchführung des Expertenratings

An dieser Stelle sei zunächst explizit darauf hingewiesen, dass die vorliegende Untersuchung darauf abzielt, die Schwierigkeiten zu bewerten („raten“) und nicht in eine Reihenfolge zu bringen („ranken“), was vor allem auswertungsmethodische Unterschiede nach sich zieht. Für das Experten-Rating wurde ein Online-Fragebogen erstellt, der im Anhang der Arbeit vorzufinden ist.

Bei der Einschätzung durch die befragten Personen existieren weder richtige noch falsche Antworten. Viel mehr ist die differenzierte Meinung der Experten auf die vorliegenden Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler erwünscht, sodass sich auch unterschiedliche Ergebnisse nicht nachteilig auf die Untersuchung auswirken.

In Folge dessen erscheint eine Berechnung zur Urteilerübereinstimmung, wie sie unter anderem von Bortz & Lienert (2003) angeführt wird, nicht zielführend, denn es kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine hohe Übereinstimmung auch für eine ausgewogene Sichtweise der Experten auf die Bedeutsamkeit der Schwierigkeiten spricht. Zur Beschreibung des Ratings werden im Folgenden die einzelnen Schritte der Befragung begründet vorgestellt.

4.3.1 Beschreibung des Ratings und Konzeption der Befragung

Wie bereits beschrieben dient das Expertenrating zur Gewichtung der zuvor erstellten Kategorien von Schülerschwierigkeiten. Bevor die Experten mit der Bewertung der Kategorien beginnen, ist die Aufgabenstellung analog zu der Erhebung der Schwierigkeiten im Rahmen des DiSiE-Projekts angeführt. Weiterhin wird erläutert, worauf die Befragung abzielt, sodass die Experten bei der Analyse der Aufgabe zielgerichtet vorgehen können.

Anschließend wird der Arbeitsauftrag konkret vorgestellt und den urteilenden Personen die bereits erstellten Kategorien der Schülerschwierigkeiten in einer kurzen Übersicht präsentiert. Nach Bortz & Döring (2006) bietet dieser Ansatz die Möglichkeit, Ceiling- oder Floor-Effekte zu vermeiden. Bei diesen Effekten werden verschiedene Objekte der obersten bzw. untersten Kategorie zugeordnet, obwohl sie eine unterschiedliche Ausprägung besitzen.

Weiterhin können sich die Experten vorab einen Überblick verschaffen, sodass auch extreme Ausprägungen richtig eingeordnet werden können und keine undifferenzierten Urteile entstehen, weil die stärkste Kategorie bereits für schwächer ausgeprägte Merkmale vergeben ist (Bortz & Döring, 2006). Eine Angabe von Ankerbeispielen zur genauen Erläuterung der extremen Ausprägungen, wie sie Bortz & Döring (2006) im Bezug auf die klinische Psychologie empfehlen, ist jedoch schwierig, da die bedeutsamen Kategorien erst durch die Ergebnisse des Ratings ersichtlich werden.

Im darauffolgenden Schritt findet die Beurteilung der Schwierigkeiten durch die Experten statt. Dazu wird neben dem Titel und der Beschreibung der Kategorie auch eine beispielhafte Lehreraussage angeführt, sodass ein angemessener Blick auf die einzelnen Schwierigkeiten entsteht. Wie in Abbildung 3 ersichtlich, ist eine sechsstufige Skala gewählt, die ausreichend Möglichkeit zur Differenzierung bietet und dennoch nicht überfordernd für die Beurteiler ist.

Außerdem ist zu erwähnen, dass bewusst auf eine neutrale Mittelkategorie, so wie es bei ungeraden Abstufungen der Fall ist, verzichtet wird. In Folge dessen wird die sogenannte *Tendenz zur Mitte* verringert. Diese tritt besonders dann auf, wenn die Beurteiler die Objekte kaum kennen, oder aber die Skala nicht an Beispielen festgemacht ist, so wie es in der vorliegenden Studie der Fall ist. (Bortz & Döring, 2006)

1. Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung

Die Schüler haben Schwierigkeiten beim Lesen der Aufgabenstellung. Entweder lesen die Schüler den Aufgabentext nicht, oder sie haben Schwierigkeiten, den Aufgabentext sinnentnehmend zu lesen und damit zu verstehen.

„Aufgabenstellung (Text) wird nicht verstanden“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 3: Beispielhafte Bewertung einer Schwierigkeit im Rahmen des Expertenratings

Die Bezeichnung der einzelnen Abstufungen ist an Bortz & Döring (2006) angelehnt, die verbale und vor allem äquidistante Marken für Häufigkeits-, Intensitäts-, Wahrscheinlichkeits- und Bewertungs-Skalen anführen. Ein weiteres Argument für eine ausreichend äquidistante Merkmalsausprägung innerhalb der Skala ist die symmetrische Unterteilung, wodurch eine gleiche Abstufung in positiver und negativer Richtung gewährleistet wird.

Die Reihung der Kategorien orientiert sich an der des Kodiermanuals (Stand: 21.07.2015) von Martin Draude, welches im Rahmen seines Promotionsvorhabens erstellt wurde (vgl. Anhang).

Im vorherigen Abschnitt wurde bereits erläutert, dass nicht gesichert ist, ob die Aussagen der Lehrkräfte alle eventuell auftretenden Schwierigkeiten abdecken, sodass den Experten nach der Einschätzung der Schwierigkeiten die Möglichkeit gegeben wird, weitere Schwierigkeiten in einem Freitextfeld zu ergänzen.

4.3.2 Beschreibung der Stichprobe

Das Expertenrating basiert auf den Urteilen von zwei Teilnehmerinnen und drei Teilnehmern. Die Auswahl der Personen und damit ihre Stellung als „Experte“ beruht auf verschiedenen Kriterien, die im Folgenden kurz dargestellt sind.

Zunächst wurde darauf geachtet, dass nicht nur die didaktische Sichtweise auf die Kategorien berücksichtigt wird und in Folge dessen wurde eine Person befragt, die keine didaktische Ausbildung abgeschlossen hat, sondern eine Promotion in Physik und langjährige Erfahrung in der Hochschullehre vorweisen kann.

Alle weiteren Personen haben mindestens das erste Staatsexamen in Physik abgeschlossen und arbeiten als Doktorand(in), wissenschaftliche(r) Mitarbeiter(in) oder Professor(in) aktiv in der Physikdidaktik an einer Hochschule innerhalb Deutschlands.

Dabei haben alle Personen für einen Zeitraum von ein bis sechs Jahren Erfahrung in der Schule sammeln können. Zusätzlich besitzen sie mindestens zwei Jahre Erfahrung in der Hochschullehre.

Auf die Teilnahme weiterer Lehrkräfte wurde bewusst verzichtet, da der Fragebogen zum Ziel hat, die Aussagen der Lehrkräfte aus hochschuldidaktischer Sicht zu bewerten, denn diese Sichtweise stellt die Grundlage für die Ausbildung neuer Lehrkräfte dar und sollte deshalb den aktuellsten Stand der Forschung repräsentieren.

5 Auswertung

In der Auswertung gilt es die beiden Untersuchungsergebnisse zu kombinieren: Nach der Bewertung der einzelnen Kategorien durch die Experten kann anschließend jeder ermittelten Kategorie aus dem Promotionsvorhaben von Martin Draude ein numerischer Wert zugewiesen werden (vgl. Abschnitt 5.1). Weiterhin liegen die Aussagen der Lehrkräfte in kodierter Form vor, sodass jeder Lehrkraft die genannten Kategorien zugeordnet werden können. Durch Addition der Wertigkeiten dieser genannten Kategorien ergibt sich dann ein numerisches Maß für die Diagnosekompetenz (im Bezug auf die spezielle Aufgabe) der jeweiligen Lehrkraft. Diese Werte werden dann im weiteren Verlauf verwendet, um die Zusammenhänge zu den bereits angeführten Bedingungsfaktoren zu berechnen.

5.1 Auswertung des Expertenratings

Zunächst wird den verbalen Marken der Online-Befragung ein numerischer Wert zugewiesen (vgl. Tabelle 1), wobei auf eine Verwendung negativer Werte verzichtet wird, da ansonsten eine negative Kompetenz möglich wäre, was im Widerspruch zur Definition aus Abschnitt 2.3.1 stände.

Skalenbezeichnung im Expertenrating	sehr gering	gering	eher gering	eher hoch	hoch	sehr hoch
Numerischer Wert	0	1	2	3	4	5

Tabelle 1: Numerische Kodierung des Expertenratings

Zur Berechnung der durchschnittlichen Bewertung einer Schwierigkeit wird auf das arithmetische Mittel zurückgegriffen. Diese Berechnung ist aufgrund der zuvor getätigten Intervallskalierung zulässig (Pospeschill, 2006) und besitzt gegenüber der Bestimmung des Medians gewisse Vorzüge. Durch die Mittelwertbestimmung wird die differenzierte Sichtweise der Experten angemessen berücksichtigt, wohingegen beim Median, wegen der ungeraden Anzahl ganzzahliger Messwerte, nur ganzzahlige Ergebnisse auftreten würden (Müller-Benedict, 2006). Weiterhin ist die Existenz von Ausreißern durch die abgeschlossene Skala verhindert und damit ein erheblicher Einflussfaktor auf das arithmetische Mittel ausgeschlossen (Pospeschill, 2006).

Beispielhaft ergibt sich für die erste Schwierigkeit beim „Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung“ durch die Bewertung der $n = 5$ Experten die Datenreihe $x_1 = 4, x_2 = 4, x_3 = 3, x_4 = 5,$

$x_5 = 3$. Nach Pospeschill (2006) ergibt sich für die mittlere diagnostische Punktzahl der ersten Kategorie $\bar{x} = 3,8$. Analog bestimmen sich die Werte aus Tabelle 2.

Kategorie	Experte 1	Experte 2	Experte 3	Experte 4	Experte 5	arithmetisches Mittel
1. Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung	4	4	3	5	3	3,8
2. Nutzen der Hilfen	3	2	3	3	3	2,8
3. Ablesen der Massenangabe von Schokolade/ Zucker/ Nudeln	3	2	1	2	1	1,8
4. Finden einer Bearbeitungsstrategie	4	5	3	3	5	4,0
5. Aufbauen des Experiments	1	3	2	4	3	2,6
6. Messprozess allgemein	2	3	2	4	3	2,8
7. Festlegen von Fixpunkten zum Ablesen	3	3	3	5	4	3,6
8. Menge an Experimentiermaterial	1	1	1	2	3	1,6
9. Messen der Gesamtlänge statt der Längenänderung	5	4	3	5	4	4,2
10. Exaktes Vorgehen/ Genauigkeit	1	2	2	4	2	2,2
11. Nichtberücksichtigung der Verpackungsmasse	0	1	0	0	2	0,6
12. Erstellung der Skala	4	4	3	2	3	3,2
13. Federüberdehnung	1	1	0	1	1	0,8
14. Dokumentation/ Protokollierung allgemein	4	3	2	2	2	2,6
15. Auswertung allgemein	5	3	2	4	3	3,4
16. Verwendung aller vorgegebenen Massen	2	3	2	4	2	2,6
17. Erstellung und Interpretation des Diagramms	5	4	3	4	3	3,8
18. Anwendung des Hooke'schen Gesetzes	4	4	4	3	3	3,6
19. Rechenvorgang/ mathematische Inhalte allgemein	3	3	3	3	4	3,2
20. Umrechnung zwischen Gewichtskraft und Masse	4	3	3	3	4	3,4
21. Validierung und Reflexion des Lösung	4	4	3	3	3	3,4
22. Umgang mit Messfehlern	2	3	3	4	1	2,6
23. Fachliche Inhalte allgemein	2	2	2	2	1	1,8
24. Unterscheidung von Gewichtskraft und Masse	4	4	5	2	3	3,6
25. Kenntniss des Hooke'schen Gesetzes	1	1	3	2	4	2,2
26. Verständnis des Hooke'schen Gesetzes	2	4	3	4	4	3,4
27. (Fach-) Sprache	3	4	3	2	2	2,8
28. Experimentierzeit	4	2	3	2	2	2,6
29. Konzentration	3	1	2	2	2	2,0
30. Anstrengungsbereitschaft	3	1	2	3	3	2,4
31. Ablenkung durch Experimentiermaterial	2	2	3	2	2	2,2
32. Fehlen einer externalen Bestätigung	1	3	3	3	2	2,4
33. Zusammenarbeit der Schülerteams	1	1	2	2	2	1,6
34. Anhängen der Massen an die Feder	1	1	2	1	0	1,0

Tabelle 2: Darstellung der Ergebnisse des Expertenratings

5.2 Quantifizierung der Diagnosekompetenz

Mit Hilfe der Ergebnisse aus Tabelle 2 ist es möglich, jeder befragten Lehrperson eine individuelle Punktzahl D_i zuzuordnen. Dazu wird zunächst aufgelistet, welche Schwierigkeiten die jeweilige Lehrkraft erkannt hat. Beispielsweise nennt Lehrperson 16 (Interview) die Kategorien 5, 10, 14, 15 und 30. Es ist zu beachten, dass Mehrfachnennungen einer Schwierigkeit nicht berücksichtigt werden, da dies zu einer starken Verfälschung der Ergebnisse führen würde.

Im nächsten Schritt wird die Punktzahl D_{LP16I} obiger Lehrkraft berechnet. Diese ergibt sich aus der Summe der Mittelwerte für die genannten Kategorien aus Tabelle 2:

$$D_{LP16I} = 2,6 + 2,2 + 2,6 + 3,4 + 2,4 = 13,2$$

Es lässt sich also sagen, dass Lehrperson 16 (Interview) eine diagnostische Punktzahl von 13,2 erreicht. Analoges Vorgehen liefert die Werte für alle weiteren Lehrerinnen und Lehrer (vgl. entsprechende Tabelle im Anhang). Um eine differenzierte Sichtweise auf die Aussagekraft von beispielsweise 13,2 Punkten zu erlangen, werden im folgenden Abschnitt wichtige statistische Merkmale bestimmt und die Verteilung graphisch dargestellt.

5.2.1 Verteilung über die Stichprobe

Über die gesamte Stichprobe verteilt ergibt sich für die diagnostische Punktzahl ein Mittelwert von $\mu_{Ges} = 7,1$ bzw. ein Median (Berechnung erfolgt nach Pospeschill, 2006) von $Md_{Ges} = 6,6$. Die Standardabweichung ergibt sich zu $SD_{Ges} = 5,1$. Weiterhin ist anzuführen, dass die Werte im Bereich von Null bis 26,4 Punkten liegen. Es ist jedoch zu beachten, dass sich die Ergebnisse innerhalb der beiden Versuchsgruppen (Interview und Online-Befragung) stark unterscheiden. Die interviewten Lehrkräfte erreichten Punktzahlen zwischen 3,8 und 26,4 Punkten bei einem Mittelwert von $\mu_{Int} = 13,0$ ($Md_{Int} = 12$) und einer Streuung von $SD_{Int} = 6,0$, während die Lehrerinnen und Lehrer der Online-Befragung im Bereich von Null bis 20 Punkten liegen und einen Mittelwert von $\mu_{Onl} = 6,0$ ($Md_{Onl} = 6,2$) bei einer Streuung von $SD_{Onl} = 4,0$ erreichten. Besonders deutlich wird dieser Zusammenhang in Abbildung 4. Die Antennen stellen hier und bei allen weiteren Boxplots die Minimal- bzw. Maximal-Werte der Verteilung dar, wobei sich die Erstellung an dem Vorgehen von Kuckartz et al. (2010) orientiert.

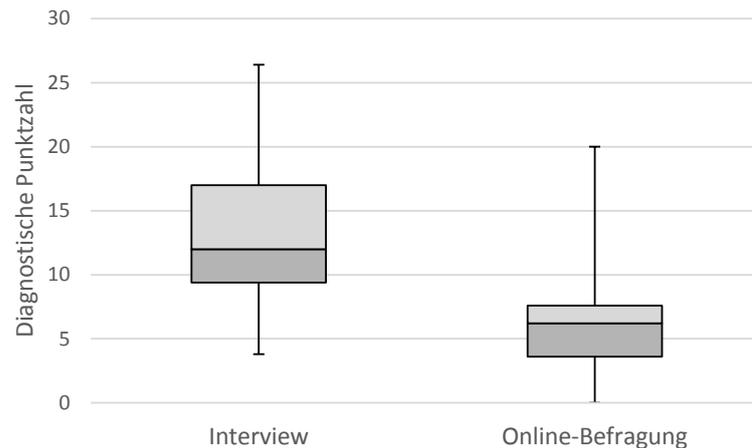


Abbildung 4: Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den interviewten und online befragten Lehrkräften

Eine Darstellung der gesamten Verteilung ist in Abbildung 5 zu finden. Weiterhin ist eine Normalverteilung mit den oben angeführten Werten ($\mu_{Ges} = 7,1$ und $SD_{Ges} = 5,1$) eingezeichnet. Da die berechneten Korrelationen in Abschnitt 5.3 durch einen t -Test (vgl. Pospeschill, 2006) auf Signifikanz überprüft werden, ist es notwendig, dass die untersuchten Größen bivariat normalverteilt sind. Eine solche Überprüfung ist laut Pospeschill (2006) jedoch sehr schwierig und infolgedessen ist es ausreichend, die Normalität der einzelnen Verteilungen nachzuweisen.

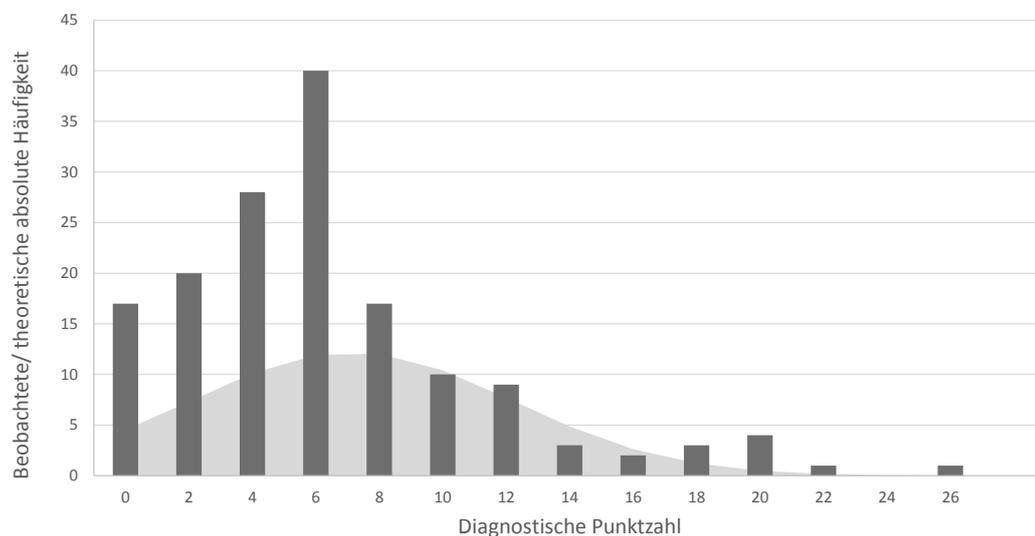


Abbildung 5: Beobachtete und theoretisch zu erwartende Verteilung der diagnostischen Punktzahl über die gesamte Stichprobe (Die Beschriftung der horizontalen Achse bezieht sich immer auf die untere Grenze des jeweiligen Intervalls.)

Bortz & Lienert (2003) führen zum Test auf Normalverteilung den *Goodness-of-Fit*-Test (auch χ^2 -Test genannt) an. Im vorliegenden Fall werden diesbezüglich zunächst 14 Intervalle definiert. Diese decken dabei den gesamten Bereich aller auftretenden diagnostischen Punktzahlen ab, sodass sich eine Intervallbreite von $26,4/14 \approx 2$ ergibt. Anschließend werden die beobachteten Häufigkeiten b_i den Intervallen zugeordnet - Beispielsweise erreichen 17 Lehrpersonen eine Punktzahl zwischen 8 und 9,99 Punkten.

Durch eine u -Transformation (vgl. Bortz & Lienert, 2003) ergeben sich dann die Werte für die Normalverteilung, sodass den Intervallen mit Hilfe ihrer Grenzen die zugehörigen Flächenanteile der theoretischen Normalverteilung zugeordnet werden können. Eine Multiplikation mit der Stichprobengröße liefert dann die theoretisch zu erwartende Häufigkeit e_i im jeweiligen Intervall. Sollten nicht mindestens 80% der e_i Werte größer als fünf sein, so müssen entsprechende Kategorien zusammengefasst werden (Bortz & Lienert, 2003).

Abschließend wird für jedes Intervall die χ^2 -Komponente $(b_i - e_i)^2 / e_i^2$ berechnet und letztendlich die Summe über diese Werte gebildet. Im vorliegenden Fall darf dieser Wert nicht größer als 12,59 (6 Freiheitsgrade, $\alpha < 0,05$, vgl. Bortz & Lienert, 2003, S. 360) sein, um zumindest eine schwache Anpassung zu gewährleisten (Bortz & Lienert, 2003). Die Berechnung des benötigten Werts ist in Tabelle 3 zu finden und es ergibt sich $\chi^2 = 26,30$, sodass eine Anpassung an die Normalverteilung als unzureichend angesehen werden muss.

Da der zuvor angeführte Test „mit gruppierten Messwerten, was einerseits Informationsverlust und andererseits Willkür bei der Festlegung der Klassengrenzen impliziert“ (Bortz & Lienert, 2003, S. 231), arbeitet, wurde zusätzlich der Kolmogoroff-Smirnov-Test (KSA-Test) mit und ohne Lilliefors-Schranken durchgeführt, auch wenn dieser eher für kleine Stichproben ($N \leq 100$) gedacht ist. Bei einer Testung ohne diese Schranken wird überprüft, ob der Datensatz zu einer Normalverteilung mit bereits bestimmten Mittelwert und bekannter Standardabweichung gehört, während eine Überprüfung mit Lilliefors-Schranken die benötigten Parameter aus der Verteilung abschätzt. (Bortz & Lienert, 2003)

Es ergibt sich ein maximaler Abstand⁵ von $D = 0,13$ zwischen beobachteter und erwarteter Verteilung. Bei Testung ohne Lilliefors-Schranken ist dieser Wert lediglich auf einem $\alpha < 0,01$ Niveau ($D_{krit} = 0,131$) signifikant, sodass auch hier von einer unzureichenden Anpassung gesprochen werden muss.

⁵Die Berechnung erfolgt nach (Bortz & Lienert, 2003) und ist in der zugehörigen Tabelle im Anhang zu finden.

Intervalle	Beobachtete Häufigkeit	μ -Werte der Kategoriengrenzen	Flächenanteile	Erwartete Häufigkeit	χ^2 -Komponenten
0-1,99	17	$-\infty$ bis -1,01	0,156	24,21	2,15
2-3,99	20	-1,01 bis -0,62	0,111	17,27	0,43
4-5,99	28	-0,62 bis -0,22	0,145	22,52	1,33
6-7,99	40	-0,22 bis 0,17	0,155	23,96	10,73
8-9,99	17	0,17 bis 0,57	0,148	22,97	1,55
10-11,99	10	0,57 bis 0,96	0,116	17,95	3,52
12-13,99	9	0,96 bis 1,36	0,072	11,11	0,40
14-15,99	3	1,36 bis 1,75	0,047	7,25	2,49
16-17,99	2	1,75 bis 2,15	0,024	3,77	3,68
18-19,99	3	2,15 bis 2,54	0,010	1,60	
20-21,99	4	2,54 bis 2,94	0,004	0,60	
22-23,99	1	2,94 bis 3,34	0,001	0,18	
24-25,99	0	3,34 bis 3,73	0,0003	0,05	
26-27,99	1	3,73 bis ∞	0,0001	0,01	
Summe:	155		$\approx 1,0$	≈ 155	$\chi^2 = 26,30$

Tabelle 3: Darstellung der Berechnung des χ^2 -Tests

Bei den bisherigen Ausführungen ist zu beachten, dass die Hypothese „Die beobachtete Verteilung entspricht einer Normalverteilung.“ beibehalten werden soll und infolgedessen ein großer α -Fehler ($\alpha \approx 0,2$) wünschenswert ist, da dies einen kleinen β -Fehler ($\beta < 0,05$) bedeutet (Bühner & Ziegler, 2012).

Bei Betrachtung des KSA-Tests mit Lillefors-Schranken ergibt sich keine Signifikanz und dieser Test führt daher auf das gleiche Ergebnis einer unzureichenden Anpassung.

Besonders auffällig erscheint jedoch die hohe Anzahl von 13 Lehrpersonen, die eine diagnostische Punktzahl von Null haben. All diese Teilnehmer entstammen der Online-Befragung, sodass die Vermutung nahe liegt, dass zumindest ein Großteil dieser Lehrkräfte sich nicht ausreichend mit der Aufgabe beschäftigt haben könnte. Infolgedessen wird untersucht, ob die Verteilung unter Vernachlässigung der 13 Lehrkräfte normalverteilt ist. Sowohl der χ^2 -Test als auch die beiden KSA-Tests führen jedoch zu den gleichen Ergebnissen wie zuvor.

Zusammenfassend ist zu erkennen, dass bereits die diagnostische Punktzahl der Lehrkräfte nicht normalverteilt ist und somit erübrigt sich die Überprüfung auf Normalität für alle weiteren untersuchten Größen. Dennoch kann im folgenden Abschnitt eine Überprüfung der Signifikanz mittels eines t -Tests durchgeführt werden, da die in dieser Arbeit verwendeten Varianten „robust gegenüber Verletzungen der Verteilungsannahme“ (Pospeschill, 2006, S. 352) sind.

5.3 Korrelationsrechnung und Signifikanzprüfung

In diesem Abschnitt wird überprüft, inwiefern ein linearer Zusammenhang bzw. eine Korrelation zwischen der Diagnosekompetenz und einem beliebigen Bedingungsfaktor existiert. Dabei variiert die Rechnung je nach Form der beiden zu untersuchenden Größen - intervallskaliert oder dichotom - und für die Arbeit ergeben sich nach Pospeschill (2006) zwei verschiedene Berechnungsvarianten, die in den nachfolgenden Abschnitten ausführlich dargestellt werden.

Der Korrelationskoeffizient r nimmt dabei unabhängig vom Berechnungsverfahren kontinuierlich die Werte zwischen -1 und 1 an. Ein negativer Zusammenhang zwischen den Größen x und y meint dann anschaulich gesprochen: „Je größer (kleiner) die Größe x wird, umso kleiner (größer) wird die Größe y .“

Für eine positive Korrelation zwischen den beiden betrachteten Größen folgt analog die Umschreibung: „Je größer (kleiner) die Größe x wird, umso größer (kleiner) wird die Größe y .“

Die Stärke des Zusammenhangs wird über den Betrag von r definiert und es gilt nach Kuckartz et al. (2010, S. 195):

- $0,00 \leq r < 0,10$ - kein Zusammenhang
- $0,10 \leq r < 0,30$ - geringer Zusammenhang
- $0,30 \leq r < 0,50$ - mittlerer Zusammenhang
- $0,50 \leq r < 0,70$ - hoher Zusammenhang
- $0,70 \leq r < 1,00$ - sehr hoher Zusammenhang

Alle Korrelationen in den nachfolgenden beiden Abschnitten wurden mehrfach berechnet: Zum Einen wurden die Zusammenhänge für die gesamte Stichprobe bestimmt und zum Anderen unter Vernachlässigung der 13 Lehrkräfte mit Null Punkten. Die Änderung der Ergebnisse ist jedoch vernachlässigbar, sodass lediglich die Werte für die Berechnungen angeführt sind, die alle Lehrerinnen und Lehrer berücksichtigen.

Zusätzlich wurden die Korrelationen für die Ergebnisse der Interviews (Kohorte 1) und der Online-Befragung (Kohorte 2) getrennt bestimmt, da die Ergebnisse aus Abschnitt 5.2.1 auf eine stark unterschiedliche Verteilung innerhalb der beiden Stichproben hindeuten.

5.3.1 Produkt-Moment-Korrelation

Die Produkt-Moment-Korrelation ermöglicht es „den Grad und die Richtung eines linearen Zusammenhangs“ (Pospeschill, 2006, S.344) zwischen zwei intervallskalierten Größen zu bestimmen. Im vorliegenden Fall können mit Hilfe dieses Verfahrens die Zusammenhänge zwischen der diagnostischen Punktzahl und der Berufserfahrung bzw. dem Alter der Lehrkräfte bestimmt werden. Weiterhin ist es möglich zu überprüfen, inwiefern sich die Erfahrung mit Schülereperimenten oder die im Unterricht für Schülereperimente verwendete Zeit auf die Diagnosekompetenz auswirken.

Im Folgenden wird mit Hilfe des Zusammenhangs zwischen Diagnosekompetenz und dem Alter der Lehrkräfte die Rechnung beispielhaft erläutert. Für alle weiteren Bedingungsfaktoren werden dann lediglich die notwendigen Größen angegeben, da die Berechnungen weitestgehend analog verlaufen.

Alter der Lehrkräfte

Die Variable x bezieht sich auf das Alter und damit meint x_i das Alter von Lehrkraft i in Jahren und $\bar{x} = 45,8$ (Jahre) den Mittelwert der gesamten Stichprobe. Analog sind die Größen y , y_i und $\bar{y} = 7,1$ für die diagnostische Punktzahl der Lehrerinnen und Lehrer definiert. Die Kovarianz $\text{cov}(x, y)$ der Größen x und y berechnet sich mit $n = 155$ (Lehrpersonen) nach Pospeschill (2006) zu:

$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{155} (x_i - 45,8) \cdot (y_i - 7,1)}{155} = 6,63$$

Weiterhin wird die Standardabweichung (vgl. Pospeschill, 2006) der beiden Größen benötigt. Beispielhaft ergibt sich für das Alter der Lehrkräfte

$$SD_x = \sqrt{\frac{1}{155 - 1} \cdot \sum_{i=1}^{155} (x_i - \bar{x})^2} = 10,4$$

Für die Standardabweichung der diagnostischen Punktzahl folgt analog $SD_y = 5,1$. Nach Pospeschill (2006) wird der Korrelationskoeffizienten r anschließend bestimmt durch

$$r = \frac{\text{cov}(x, y)}{SD_x \cdot SD_y} = \frac{6,6}{10,4 \cdot 5,1} = 0,13$$

Im nächsten Schritt gilt es diesen geringen Zusammenhang auf Signifikanz zu testen. Dazu wird der folgende Signifikanztest berechnet (vgl. Pospeschill, 2006)

$$t = \frac{|r| \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,13 \cdot \sqrt{153}}{\sqrt{1-0,13^2}} = 1,57$$

In diesem Fall wird zweiseitig auf einem 5%-Niveau getestet, da überprüft werden soll, ob der Korrelationskoeffizient signifikant verschieden zu Null ist und zuvor keine Hypothese bezüglich der Richtung des Zusammenhangs aufgestellt werden konnte.

Die Tabelle der t -Verteilungen (Pospeschill, 2006, S. 463) liefert für $df = 155 - 2 = 153$ Freiheitsgrade und $\alpha = 0,05$ einen kritischen Wert⁶ von $t_{krit} = 1,98$. Da $t < t_{krit}$ gilt, ist der Korrelationskoeffizient nicht signifikant verschieden zu Null.

Die Testung innerhalb dieser Arbeit findet in Anlehnung an Pospeschill (2006) grundsätzlich mindestens auf einem 5%-Niveau statt, da nur dann von einem signifikanten Zusammenhang gesprochen werden kann. Bei einem 1%-Niveau wird der Zusammenhang auch als hochsignifikant bezeichnet.

Bei getrennter Betrachtung der zwei Stichproben ergibt sich sowohl für die interviewten als auch für die online befragten Lehrerinnen und Lehrer kein Zusammenhang zwischen Alter und ihrer diagnostischer Kompetenz ($r = .03$ bzw. $r = .01$).

Berufserfahrung

Die Berechnung der Korrelation zwischen Berufserfahrung (Größe x) und diagnostischer Punktzahl erfolgt analog und es ergibt sich kein Zusammenhang ($r = .00$), sodass die Überprüfung auf eine signifikante Abweichung von Null entfällt. Ein vergleichbares Ergebnis liefert die Betrachtung von Kohorte 1 ($r = -.01$), wohingegen sich bei Kohorte 2 ein geringer Zusammenhang von $r = -.12$ zu Lasten der Lehrpersonen mit höherer Berufserfahrung ergibt. Allerdings ist diese Korrelation nicht signifikant ($t = 1,4 < 1,98 = t_{krit}$).

Erfahrung mit Schülerexperimenten

Die Erfahrung der Lehrkräfte mit Schülerexperimenten (Größe x) wurde mit Hilfe einer fünfstufigen Skala in den Abstufungen keine, wenig, mittelmäßige, viel und sehr viel Erfahrung

⁶Die Tabelle in (Pospeschill, 2006) liefert lediglich einen exakten Wert für $df = 150$ Freiheitsgrade, der sich jedoch lediglich auf der zweiten Stelle nach dem Komma von einer unendlich großen Stichprobe unterscheidet, sodass dieser Wert auch für $df = 153$ Freiheitsgrade verwendet werden kann.

erhoben. Für den Zusammenhang zur diagnostischen Kompetenz konnte kein Zusammenhang ($r = -.08$) gemessen werden. Auch hier entfällt dementsprechend die Testung auf Signifikanz. Die Betrachtung der Korrelation innerhalb der online befragten Lehrpersonen liefert ebenfalls keine Beziehung ($r = -.01$) zwischen den betrachteten Größen. Dem entgegengesetzt ergibt sich ein geringer, nicht signifikanter Zusammenhang von $r = -.27$ ($t = 1,3 < 2,1 = t_{krit}$) zwischen diagnostischer Kompetenz der interviewten Lehrerinnen und Lehrern und ihrer Erfahrung mit Schülerexperimenten.

Unterrichtszeit für Schülerexperimente

Die Zeit, die die Lehrkräfte im Unterricht für Schülerexperimente verwenden (Größe x), wurde von ebendiesen in Bezug auf die gesamte Unterrichtszeit geschätzt. Im Gegensatz zu den vorherigen Bedingungsfaktoren konnte jedoch ein signifikanter geringer Zusammenhang zur Diagnosekompetenz festgestellt werden. Es ergibt sich nach analoger Rechnung ein Korrelationskoeffizient von $r = -.24$ bei einem t -Wert von $t = 3,1$, sodass die Korrelation hochsignifikant auf dem 1%-Niveau ($t_{krit} = 2,61$, zweiseitige Testung) ist.

Infolgedessen kann zu diesem Zeitpunkt formuliert werden, dass der Teil der untersuchten Lehrkräfte, die mehr Zeit für Schülerexperimente zur Verfügung stellen, eine signifikant schlechtere Diagnosekompetenz im getesteten Bereich vorweisen als die Lehrkräfte, die weniger Zeit für Schülerexperimente aufbringen.

Bezüglich der beiden getesteten Kohorten ist anzuführen, dass sich ähnliche, aber nicht signifikante Ergebnisse ergeben. In Kohorte 1 ergibt sich ein Zusammenhang von $r = -.29$ ($t = 1,4 < 2,1 = t_{krit}$) und bei Kohorte 2 gilt $r = -.12$ ($t = 1,4 < 1,98 = t_{krit}$).

5.3.2 Punktbiseriale Korrelation

Im Gegensatz zur Produkt-Moment-Korrelation ermöglicht die punktbiserale Korrelation die Berechnung des Zusammenhangs zwischen einem dichotomen (zweigeteilten) Merkmal und einer intervallskalierten Größe (Pospeschill, 2006). Dabei ist es irrelevant, ob es sich um natürliche oder künstliche Dichotomie handelt. Im letzten Fall wird die Teilung mehr oder weniger willkürlich vorgenommen, wohingegen im ersten Fall die Zweiteilung selbstverständlich ist (Bortz & Döring, 2006). Analog zu vorherigem Abschnitt wird die erste Berechnung symbolisch für alle weiteren dargestellt.

Geschlecht

Beim Geschlecht handelt es sich um ein natürlich dichotomes Merkmal, sodass die Aufteilung in zwei Kategorien bereits vorgegeben ist. Mit dem Index 1 wird der weibliche Teil und mit 2 der männliche Teil der Stichprobe beschrieben. Anhand dieser Teilung können nun arithmetisches Mittel und Stichprobenumfang der einzelnen Gruppen bestimmt werden.

Die $n_1 = 62$ Frauen erreichten im Mittel $\bar{y}_1 = 6,4$ diagnostische Punkte. Im Gegensatz dazu erlangten die $n_2 = 93$ männlichen Teilnehmer im Mittel eine Punktzahl von $\bar{y}_2 = 7,6$. Über die gesamte Stichprobe verteilt ergibt sich analog zu vorherigem Abschnitt eine Streuung von $SD_y = 5,1$. Mit dem Gesamtstichprobenumfang von $n = 155$ ergibt sich nach Pospeschill (2006) für die punktbiserale Korrelation zwischen Geschlecht und diagnostischer Kompetenz ein Wert von

$$r = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{SD_y} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n^2}} = \frac{6,4 - 7,6}{5,1} \cdot \sqrt{\frac{62 \cdot 93}{155^2}} = -0,11$$

Das Vorzeichen ist dabei nur abhängig von der Reihenfolge der betrachteten Größen und bedeutet hier einen geringen negativen Zusammenhang zu Lasten der weiblichen Teilnehmer. Allerdings bleibt offen, ob dieser auch signifikant ist. Wie bereits in Abschnitt 5.3.1 wird auch hier ein t -Test durchgeführt. Zur Berechnung des Signifikanztests wird für die punktbiserale Korrelation jedoch

$$t = \frac{|r|}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

verwendet (vgl. Pospeschill, 2006, S. 360). Im vorliegenden Fall ergibt sich $t = 1,41$. Bei zweiseitiger Testung mit $df = 153$ Freiheitsgraden auf einem α -Niveau von 5% ergibt sich ein kritischer Wert von $t_{krit} = 1,98$ (vgl. Pospeschill, 2006, S. 463), sodass $t < t_{krit}$ gilt und nicht von einer signifikanten Korrelation gesprochen werden kann.

Bei differenzierter Betrachtung der beiden getrennt voneinander erhobenen Stichproben zeigt sich jedoch ein stark widersprüchliches Ergebnis.

Während sich in der Gruppe der interviewten Lehrpersonen ein mittlerer, nicht signifikanter Zusammenhang ($r = -.36$, $t = 1,8 < 2,1 = t_{krit}$) zu Lasten der weiblichen Teilnehmer ergibt, lässt sich in der Online-Befragung ein mittlerer Zusammenhang von $r = .35$ mit $t = 4,2 > 2,6 = t_{krit}$ finden, sodass von einer hohen Signifikanz auf einem 1%-Niveau gesprochen werden kann.

Abschluss der Lehrkräfte

Beim Abschluss der Lehrkräfte handelt es sich zunächst einmal nicht um ein dichotomes Merkmal, sodass eine künstliche Unterscheidung in die Kategorien „Lehramtsstudium“ und „kein Lehramtsstudium“ vorgenommen wurde. Dabei zählen alle Lehrerinnen und Lehrer, die kein Lehramt studiert haben, unabhängig von der Durchführung des Referendariats zu letzterer Gruppe, denn Helmke (2004) verweist darauf, dass eine mangelnde Ausbildung der pädagogischen Diagnostik nicht in der zweiten Phase der Lehrerbildung ausgeglichen werden kann.

An der Befragung nahmen $n_1 = 115$ studierte Lehrkräfte und $n_2 = 40$ Lehrerinnen und Lehrer ohne entsprechendes Studium teil. Während die erste Gruppe einen Mittelwert von $\bar{y}_1 = 7,2$ erreicht, ergibt sich für für letztere $\bar{y}_2 = 7,0$.

Damit folgt eine Korrelation von $r = 0,02$, sodass nicht von einem Zusammenhang zwischen der diagnostischen Kompetenz und dem Abschluss der Lehrkräfte gesprochen werden kann und die Testung der Signifikanz auf eine Verschiedenheit zu Null entfällt.

Bei getrennter Betrachtung ergibt sich für Kohorte 1 ein geringer, aber bei einseitiger Testung, in Bezugnahme auf die Hypothese aus Abschnitt 3, nicht signifikanter Zusammenhang von $r = .27$ ($t = 1,4 < 1,7 = t_{krit}$) und für Kohorte 2 folgt eine entgegengesetzte, geringe und nicht signifikante Korrelation von $r = -.13$ ($t = 1,5 < 1,66 = t_{krit}$).

An dieser Stelle sei zudem angemerkt, dass eine stark einseitige Aufteilung innerhalb des dichotomen Merkmals kein Problem bei der Berechnung der Korrelationen darstellt. Der Term $\sqrt{(n_1 \cdot n_2) / (n^2)}$ berücksichtigt eine solch ungleiche Verteilung innerhalb der Stichproben und ist umso kleiner, je größer die Differenz zwischen n_1 und n_2 im betrachteten Merkmal ist. Infolgedessen ist dann auch der entsprechende Korrelationskoeffizient umso näher an der Null, je größer die Differenz zwischen den beiden Gruppen ist.

Schulform

Die Schulform, in der die Lehrkräfte unterrichten, stellt ebenfalls kein dichotomes Merkmal dar. Im Rahmen dieser Untersuchung wird unterschieden zwischen Lehrerinnen und Lehrern, die an einem Gymnasium unterrichten (Sekundarstufe I oder II) und Lehrpersonen, die nicht an einem Gymnasium unterrichten. Gesamtschullehrkräfte zählen dabei zu letzterer Kategorie, selbst wenn sie an der Gesamtschule auch Gymnasialklassen unterrichten sollten. Ebenfalls werden Berufsschul- und Lehrkräfte der Fachoberstufe zu dieser Kategorie gezählt.

Zusammenfassend haben an der Untersuchung $n_1 = 97$ Gymnasial- und $n_2 = 58$ Nicht-Gymnasiallehrkräfte teilgenommen. Die an einem Gymnasium unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer erreichen im Mittel eine diagnostische Punktzahl von $\bar{y}_1 = 7,9$, wohingegen der andere Teil der Stichprobe $\bar{y}_2 = 5,9$ Punkte erreicht. Nach obiger Rechnung ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,18$ und damit ein geringer Zusammenhang zur Diagnosekompetenz mit Vorteil für die Gymnasiallehrkräfte.

Die Testung auf Signifikanz erfolgt in diesem Fall jedoch nicht zweiseitig, da in Abschnitt 3 die Hypothese formuliert wurde, dass die Gymnasiallehrkräfte eine höhere diagnostische Kompetenz besitzen als die nicht an einem Gymnasium unterrichtenden Lehrpersonen. Infolgedessen wird getestet, ob der Korrelationskoeffizient signifikant größer als Null ist. Bei einseitiger Testung mit $df = 153$ Freiheitsgraden auf einem α -Niveau von 5% ergibt sich ein kritischer Wert von $t_{krit} = 1,66$ (Pospeschill, 2006, S. 463). Mit $t = 2,32$ für die zuvor angeführte Korrelation, folgt die Signifikanz auf einem 5%-Niveau (einseitige Testung).

Bei Betrachtung der einzelnen Gruppen ergibt sich für Kohorte 1 ein mittlerer, nicht signifikanter Zusammenhang von $r = .32$ ($t = 1,6 < 1,7 = t_{krit}$), wohingegen die Korrelation für die zweite Kohorte mit $r = .15$ ($t = 1,7 > 1,66 = t_{krit}$) signifikant auf einem 5%-Niveau ist.

6 Vertiefende Betrachtung der Bedingungsfaktoren

Die in Abschnitt 5 bestimmten Korrelationen sind in Tabelle 4 übersichtlich dargestellt. Offen bleibt jedoch, inwiefern diese Größen den tatsächlichen Zusammenhang beschreiben, da bereits ein einzelner Ausreißer den Korrelationskoeffizient erheblich beeinflussen kann (Pospeschill, 2006). Infolgedessen ist es nötig, die Verteilung der diagnostischen Punktzahlen in Abhängigkeit der Bedingungsfaktoren darzustellen, denn erst die Kombination von graphischen Darstellungen und Berechnungen ermöglicht ein detailliertes Bild auf die tatsächliche Verteilung innerhalb der Stichprobe, wie Spielmann (2003) eindrucksvoll darlegt.

Daher sollen in diesem Abschnitt die bestimmten Korrelationen genauer betrachtet werden, um letztendlich einen Überblick über die tatsächlich auftretenden Zusammenhänge und deren Stärke zu erhalten.

Bedingungsfaktor	Korrelation Gesamt	Korrelation Interview	Korrelation Online	Positives Vorzeichen: Vorteil für
Alter	.13	.03	.01	hohes Alter
Berufserfahrung	.00	-.01	-.12	hohe Berufserfahrung
Geschlecht	-.11	-.36	.35**	Frauen
Abschluss	.02	.27	-.13	Lehramt
Schulform	.18*	.32	.15*	Gymnasiallehrkräfte
Erfahrung mit Schülerexperimenten	-.08	-.27	-.01	Lehrpersonen mit viel Erfahrung
Unterrichtszeit für Schülerexperimente	-.24**	-.29	-.12	häufigen Einsatz

* Signifikant auf 5%-Niveau, einseitige Testung ** Signifikant auf 1%-Niveau, zweiseitige Testung

Tabelle 4: Zusammenfassende Darstellung der berechneten Korrelationen

6.1 Alter

Der geringe und nicht signifikante Zusammenhang mit geringen Vorteilen für die älteren Lehrerinnen und Lehrer ist bei genauer Betrachtung der Verteilung in Abbildung 6 auf einen anderen Effekt als das Alter zurückzuführen. Es lässt sich deutlich erkennen, dass die positive Steigung der Geraden und damit auch der positive Korrelationskoeffizient auf die auffällig hohen diagnostischen Punktzahlen der interviewten Lehrkräfte mit einem Alter von mehr als 55 Jahren

und die relativ geringen Punktzahlen der jungen Lehrkräfte unter 30 Jahren aus der Online-Befragung zurückzuführen sind (vgl. Markierungen in Abb. 6).

Abbildung 6 zeigt weiterhin auf, dass innerhalb der beiden Kohorten kein Zusammenhang zwischen Alter und diagnostischer Punktzahl festzustellen ist, was durch die Berechnungen aus Abschnitt 5 bereits zu vermuten war.

Im Rahmen dieser Studie kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass das Alter der Lehrpersonen einen Einfluss auf ihre diagnostische Kompetenz hat.

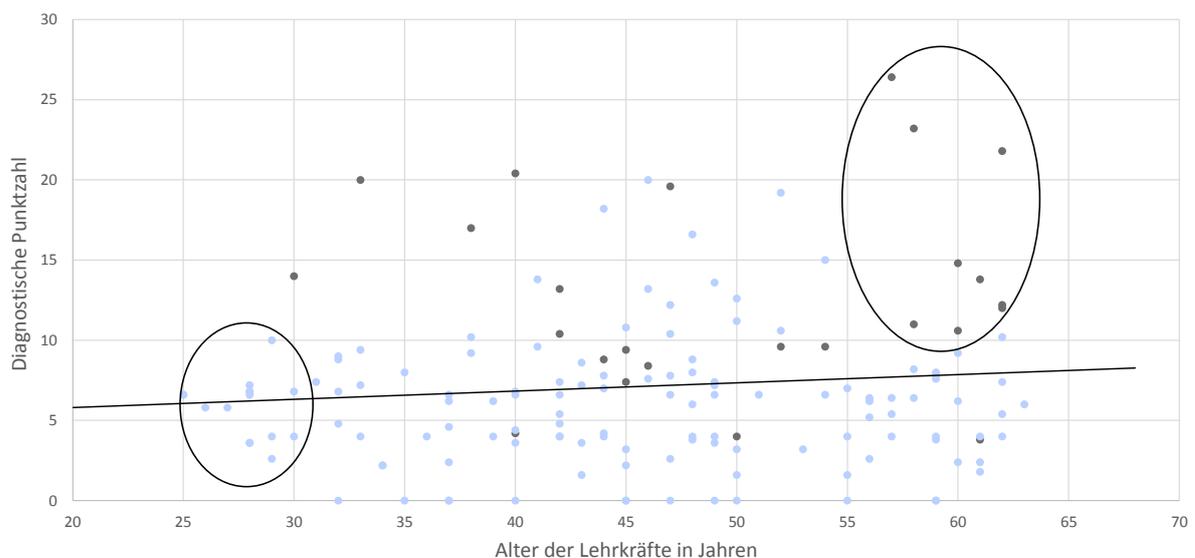


Abbildung 6: Darstellung des Zusammenhangs zwischen Alter der Lehrkräfte und ihrer diagnostischen Punktzahl (Blau: Online-Befragung; Grau: Interview) mit Regressionsgerade für die Gesamtstichprobe

6.2 Berufserfahrung

Abbildung 7 zeigt deutlich auf, dass der berechnete Zusammenhang von $r = .00$ für die gesamte Stichprobe realistisch erscheint. Ebenso ist ersichtlich, dass sich kein Zusammenhang bei den interviewten Lehrkräften finden lässt.

Der geringe und nicht signifikante Zusammenhang von $r = -.12$ innerhalb von Kohorte 2 ist dabei vermutlich auf drei Ausreißer innerhalb der Stichprobe zurückzuführen (vgl. Markierung in Abb. 7), sodass auch hier nicht von einem Zusammenhang zwischen diagnostischer Punktzahl und der Berufserfahrung der Lehrpersonen ausgegangen werden kann.

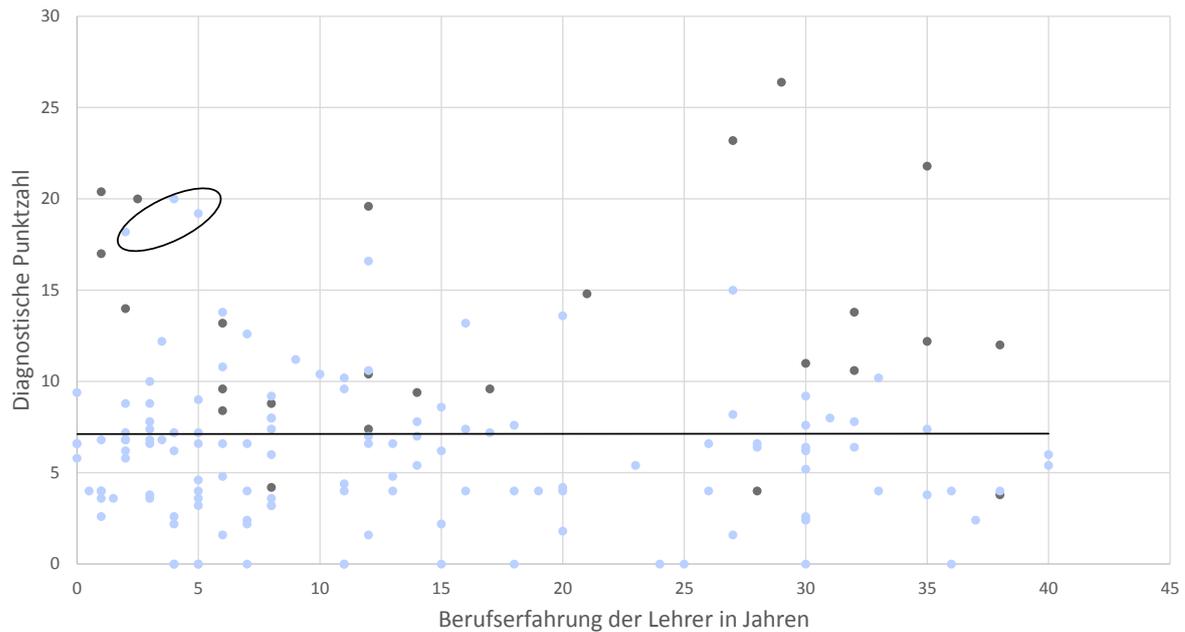


Abbildung 7: Darstellung des Zusammenhangs zwischen Berufserfahrung der Lehrkräfte und ihrer diagnostischen Punktzahl (Blau: Online-Befragung; Grau: Interview) mit Regressionsgerade für die Gesamtstichprobe

6.3 Geschlecht

Die Zusammenhänge zwischen Geschlecht der Lehrpersonen und ihrer diagnostischen Punktzahl weisen je nach Stichprobe sehr unterschiedliche Ergebnisse auf, sodass hier eine detaillierte Betrachtung besonders bedeutsam erscheint.

Der geringe, nicht signifikante Zusammenhang innerhalb der Gesamtstichprobe mit leichten Vorteilen für die männlichen Lehrpersonen relativiert sich, wenn der zugehörige Boxplot in Abbildung 8 genauer betrachtet wird. Es ist zu erkennen, dass der Median und das untere Quartil annähernd gleich sind. Lediglich das obere Quartil streut bei den Männern deutlich stärker und die maximale diagnostische Punktzahl ist größer als bei den Frauen.

Es kann nach der graphischen Betrachtung daher davon ausgegangen werden, dass sich analog zu Abschnitt 5 kein signifikanter Zusammenhang zwischen diagnostischer Punktzahl und dem Geschlecht innerhalb der Gesamtstichprobe finden lässt. In Bezugnahme auf Abbildung 9 ist der geringe Zusammenhang vielmehr auf die Verteilung innerhalb der beiden Kohorten zurückzuführen. Es ist deutlich zu erkennen, dass die männlichen Lehrpersonen der Interviews deutlich besser abschneiden als die Lehrer der Online-Befragung⁷, sodass der positive Korrela-

⁷Die 19 interviewten Lehrer erreichen in Summe mehr diagnostische Punkte als die 74 Lehrer der Online-Befragung.

tionskoeffizient auf diesen Effekt zurückzuführen ist. Dabei ist anzumerken, dass die weiblichen Lehrpersonen das Gesamtergebnis weniger beeinflussen, da erstens die Unterschiede zwischen den Kohorten geringer ausfallen als bei den männlichen Teilnehmern und zweitens insgesamt deutlich weniger Frauen als Männer an der Studie teilnahmen.

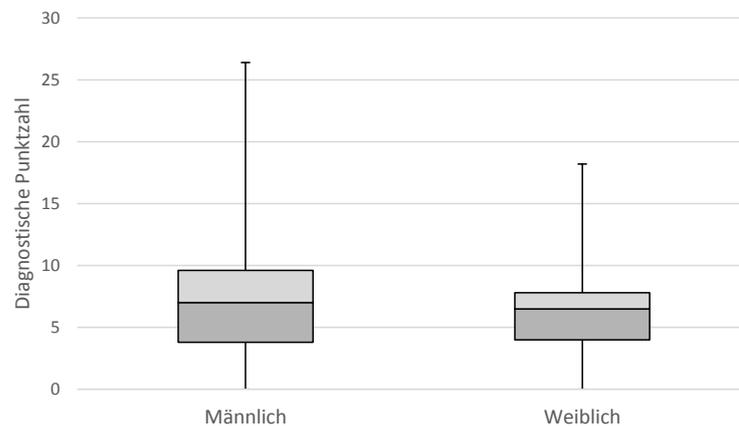


Abbildung 8: Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Lehrkräften (gesamte Stichprobe)

Weiterhin ermöglicht Abbildung 9 einen differenzierten Blick auf die Ergebnisse der einzelnen Kohorten. Es ist jedoch zu beachten, dass lediglich sechs weibliche Lehrkräfte interviewt wurden, sodass der zugehörige Boxplot mit entsprechender Vorsicht zu betrachten ist.

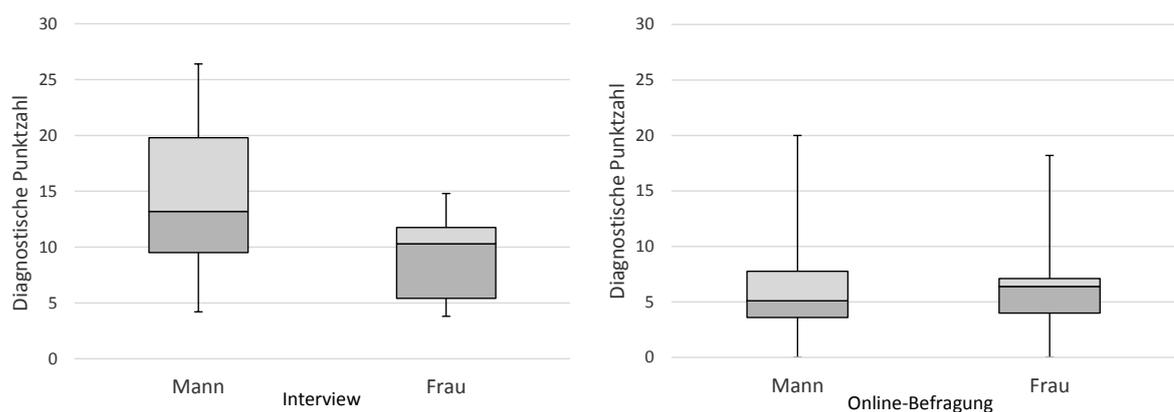


Abbildung 9: Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Lehrkräften für die einzelnen Kohorten

Im Rahmen der Interviews schneiden die männlichen Teilnehmer bei Betrachtung des Medians und der beiden eingezeichneten Quartile tendenziell besser als die Frauen ab, wohingegen sich bei der Online-Befragung ein leicht entgegengesetztes Bild ergibt. Dort liegt der Median der Frauen deutlich höher, wobei zu beachten ist, dass die Maximal- und Minimalwerte annähernd gleich sind und der Hauptunterschied in der Streuung der Quartile liegt. Das obere Quartil der männlichen Teilnehmer streut wesentlich breiter als das der Frauen und in umgekehrter Weise gilt dies für das untere Quartil.

Für die Interviews kann somit gefolgert werden, dass der rechnerisch mittelstarke Zusammenhang mit Vorteilen für die männlichen Lehrkräfte aufgrund der geringen Anzahl weiblicher Teilnehmerinnen sowohl rechnerisch als auch graphisch als nicht signifikant angesehen werden muss, auch wenn der Unterschied in Abbildung 9 oberflächlich betrachtet deutlich erscheint.

Der Zusammenhang zwischen Geschlecht und diagnostischer Punktzahl im Rahmen der Online-Befragung ist rechnerisch hochsignifikant und auch graphisch lässt sich ein Vorteil für die weiblichen Teilnehmer erkennen, der jedoch geringer ausfällt, als es eine Korrelation von $r = .35$ zunächst vermuten lässt.

6.4 Studienabschluss

In Abbildung 10 ist ersichtlich, dass sich innerhalb der Gesamtstichprobe auch nach der graphischen Betrachtung kein Zusammenhang zwischen Diagnosekompetenz und Abschluss der Lehrkräfte finden lässt.

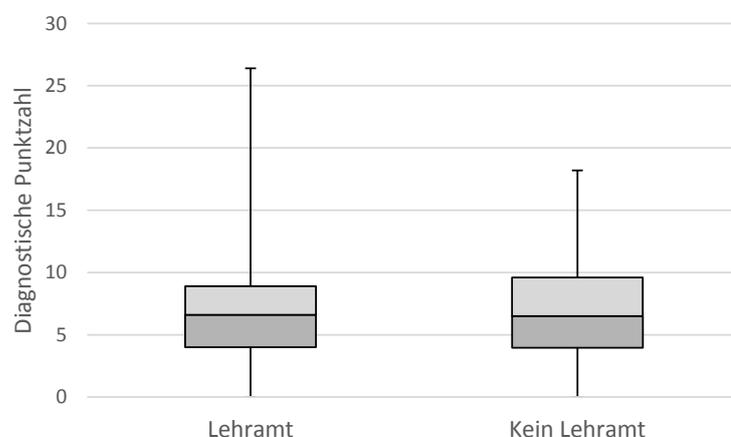


Abbildung 10: Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den studierten und nicht-studierten Lehrkräften (gesamte Stichprobe)

Der geringe Zusammenhang innerhalb der Gruppe der interviewten Lehrkräfte ist zu vernachlässigen, da lediglich drei nicht-studierte Lehrpersonen teilnahmen, sodass die Stichprobe zu klein ist, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Infolgedessen ist auch der entsprechende Boxplot (vgl. Abb. 11, links) kritisch zu betrachten.

Bei genauer Betrachtung von Abbildung 11 fällt zudem auf, dass der geringe Zusammenhang innerhalb von Kohorte 2 mit leichten Vorteilen für die nicht-studierten Lehrkräfte als vernachlässigbar erscheint. Der Median liegt in der gleichen Größenordnung und auch die Maximalwerte unterscheiden sich nur unwesentlich, sodass die Unterschiede hauptsächlich auf Streuungsunterschiede in den beiden eingezeichneten Quartilen zurückzuführen sind.

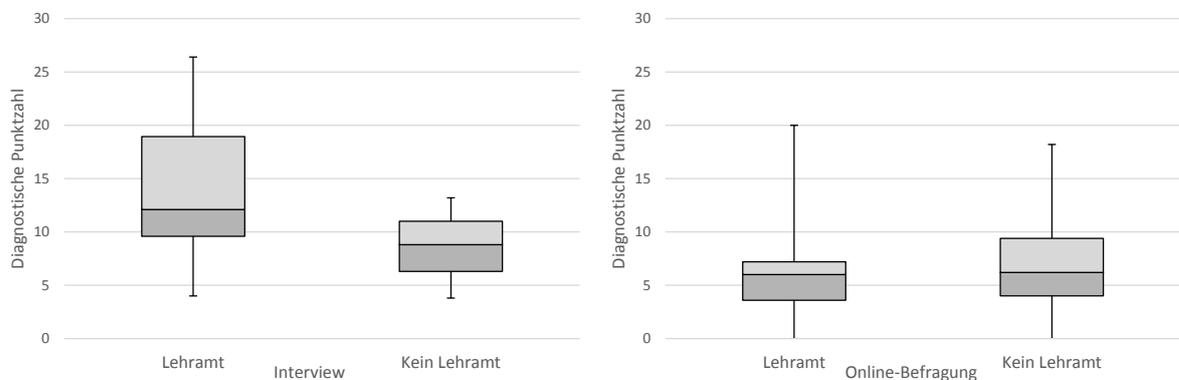


Abbildung 11: Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den studierten und nicht-studierten Lehrkräften für die einzelnen Kohorten

Zusammenfassend lässt sich daher formulieren, dass für die durchgeführte Studie sowohl in der Gesamtstichprobe als auch bei getrennter Betrachtung der beiden Kohorten kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Diagnosekompetenz und dem Abschluss der Lehrpersonen erkennbar ist. Infolgedessen gilt die entsprechende Hypothese aus Abschnitt 3 im Rahmen dieser Studie als nicht bestätigt.

6.5 Schulform

Der rechnerisch geringe Zusammenhang zwischen der Diagnosekompetenz und der Schulform, in der die Lehrkräfte unterrichten, kann bei Betrachtung des zugehörigen Boxplots in Abbildung 12 bestätigt werden, auch wenn die Vorteile für die Gymnasiallehrkräfte nur geringfügig sind.

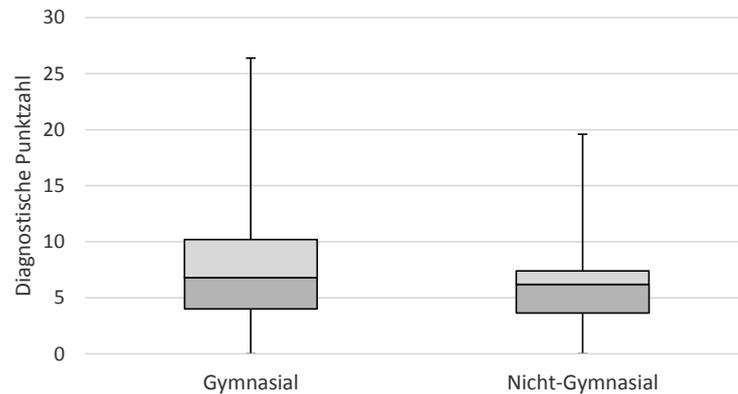


Abbildung 12: Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den gymnasialen und nicht-gymnasialen Lehrkräften (gesamte Stichprobe)

Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Kohorten zeigt sich, dass in beiden Fällen das Ergebnis der Gesamtstichprobe erkennbar ist, wobei die Unterschiede innerhalb der Gruppe der interviewten Lehrpersonen deutlich stärker ausfallen als bei den online befragten Lehrkräften (vgl. Abb. 13). Die rechnerisch nicht vorhandene Signifikanz innerhalb von Kohorte 1 lässt sich dabei vor allem auf die kleine Stichprobe von lediglich 25 Lehrerinnen und Lehrern zurückführen. Insgesamt kann gefolgert werden, dass die graphische Betrachtung die rechnerischen Ergebnisse aus Abschnitt 5.3.2 unterstützt und innerhalb dieser Studie von einem geringen Zusammenhang zwischen der Schulform, in der unterrichtet wird, und der Diagnosekompetenz ausgegangen werden kann, sodass die Hypothese aus Abschnitt 3 bestätigt werden konnte.

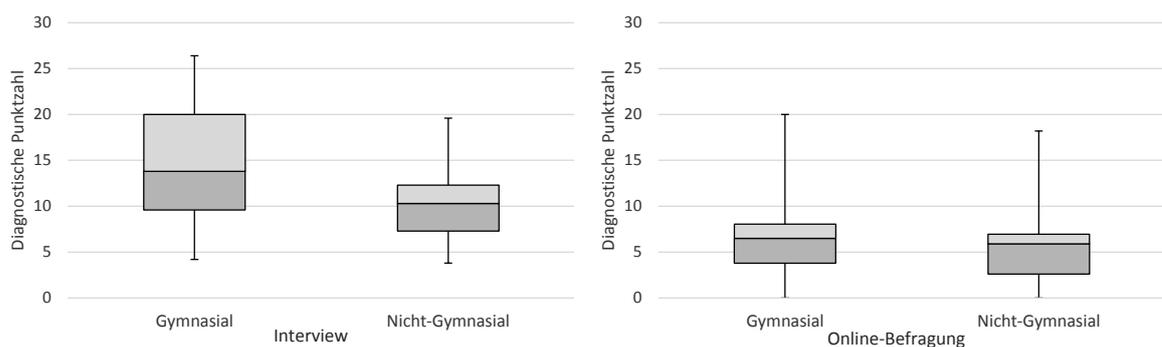


Abbildung 13: Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den gymnasialen und nicht-gymnasialen Lehrkräften für die einzelnen Kohorten

6.6 Erfahrung mit Schülerexperimenten

Der leicht negative Zusammenhang zwischen der Erfahrung der Lehrpersonen mit Schülerexperimenten und ihrer diagnostischen Punktzahl in der Gesamtstichprobe ist vor allem auf die Ergebnisse der Interviews zurückzuführen. Bei einer graphischen Betrachtung der Ergebnisse zeigt sich deutlich die negative Tendenz (vgl. Abb. 14). Dem entgegengesetzt steht das Ergebnis der Online-Befragung, das offensichtlich keinen Zusammenhang aufweist.

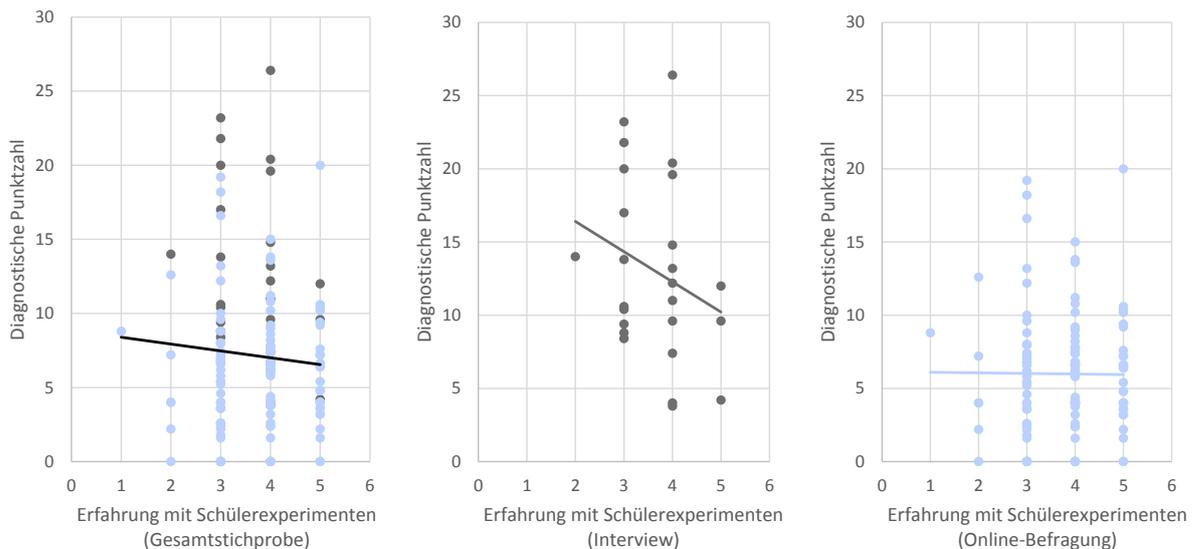


Abbildung 14: Darstellung des Zusammenhangs zwischen Erfahrung der Lehrkräfte mit Schülerexperimenten und ihrer diagnostischen Punktzahl (Grau: Interview; Blau: Online-Befragung) mit Regressionsgerade für die Gesamtstichprobe (Links) und die einzelnen Kohorten (Mitte: Interview; Rechts: Online-Befragung)

Zusammenfassend lässt sich demnach folgern, dass eine stichprobenübergreifende Betrachtung an dieser Stelle nicht sinnvoll erscheint. Es ergibt sich innerhalb von Kohorte 1 ein geringer und rechnerisch nicht signifikanter Zusammenhang zu Lasten der Lehrpersonen, die angeben viel Erfahrung mit Schülerexperimenten zu besitzen. Bei Betrachtung von Kohorte 2 lässt sich diese Korrelation jedoch nicht bestätigen, da dort überhaupt kein Zusammenhang erkennbar ist.

6.7 Unterrichtszeit für Schülerexperimente

Der rechnerisch hochsignifikante Zusammenhang zwischen diagnostischer Punktzahl und der Unterrichtszeit, die die Lehrkräfte für Schülerexperimente verwenden, lässt sich auch graphisch bestätigen. Abbildung 15 zeigt deutlich auf, dass sowohl innerhalb der Gesamtstichprobe als

auch in den einzelnen Kohorten ein negativer Zusammenhang besteht, der auch nicht auf einzelne Ausreißer zurückzuführen ist. Demzufolge nimmt innerhalb der vorliegenden Stichprobe die Diagnosekompetenz der Lehrkräfte im getesteten Bereich ab, umso mehr Zeit sie im Unterricht für Schülerexperimente aufbringen.

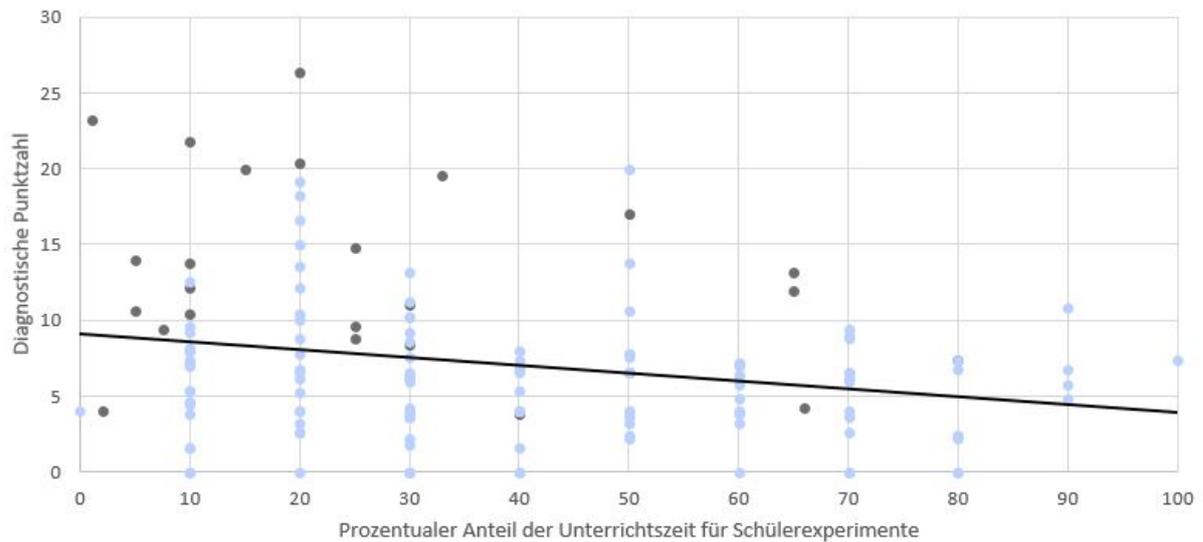


Abbildung 15: Darstellung des Zusammenhangs zwischen der für Schülerexperimente aufgebrauchten Unterrichtszeit und der diagnostischen Punktzahl (Grau: Interview; Blau: Online-Befragung) mit Regressionsgerade für die Gesamtstichprobe

6.8 Zusammenfassende Darstellung

Die in den Abschnitten 6.1 bis 6.7 als relevant erachteten Zusammenhänge innerhalb der Stichproben sind in Tabelle 5 abschließend dargestellt.

Bedingungsfaktor	Korrelation Gesamt	Korrelation Interview	Korrelation Online	Positives Vorzeichen: Vorteil für
Geschlecht		-.36	.35**	Frauen
Schulform	.18*	.32	.15*	Gymnasiallehrkräfte
Erfahrung mit Schülerexperimenten		-.27		viel Erfahrung
Unterrichtszeit für Schülerexperimente	-.24**	-.29	-.12	häufigen Einsatz

* Signifikant auf 5%-Niveau, einseitige Testung ** Signifikant auf 1%-Niveau, zweiseitige Testung

Tabelle 5: Abschließende Darstellung der graphisch und rechnerisch relevanten Korrelationen (Nicht angeführte Bedingungsfaktoren lieferten keinen Zusammenhang)

7 Bewertung und Interpretation der Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden das Expertenrating und die Ergebnisse aus Abschnitt 6 (vgl. auch Tabelle 5) kritisch hinterfragt und mögliche Ursachen für die gefundenen Korrelationen angeführt. Dazu werden zunächst allgemein die Gütekriterien für empirische Erhebungen erläutert und anschließend auf die durchgeführte Studie übertragen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird zudem angenommen, dass die Kodierung der Aussagen der Lehrpersonen innerhalb des Promotionsvorhabens von Martin Draude den im Folgenden genannten Gütekriterien in ausreichendem Maße genügt.

7.1 Gütekriterien

Bortz & Döring (2006) führen drei zentrale Kriterien an, die es ermöglichen die Qualität eines Test zu ermitteln. Neben der *Objektivität* sind dies die *Reliabilität* und die *Validität*.

Unter Objektivität wird hier die Unabhängigkeit des Testergebnisses vom Testanwender verstanden, die sich in drei Formen aufteilt. Die Durchführungsobjektivität bezieht sich konkret auf die Durchführung des Tests und setzt voraus, dass alle getesteten Personen unabhängig vom Versuchsleiter zu denselben Testergebnissen kommen. Die Objektivität der anschließenden Auswertung ist gewährleistet, wenn alle Auswerter bei einem beliebigen Probanden zu der gleichen Punktzahl (dem gleichen Ergebnis) gelangen. Weiterhin spielt die Interpretationsobjektivität eine zentrale Rolle. Hier wird gewährleistet, dass individuelle Interpretationen bei der Deutung von Ergebnissen keine Rolle spielen, sondern nach vorgegebenen Normen geurteilt wird. (Bortz & Döring, 2006)

Die Reliabilität eines Tests gibt an, wie genau das zu untersuchende Merkmal gemessen wurde. Eine besonders reliable Messung würde unter anderem bedeuten, dass bei erneuter Durchführung alle Probanden auf genau dasselbe Ergebnis kommen. Bortz & Döring (2006) führen zur Überprüfung der Reliabilität diverse Tests an, die jedoch nicht auf die vorliegende Untersuchung übertragen werden können, sodass auf eine explizite Beschreibung an dieser Stelle verzichtet wird.

Die Validität eines Tests ist nach Bortz & Döring (2006) das wichtigste Gütekriterium, da sie angibt, inwiefern ein Test das misst, was er vorgibt zu messen. Im Bezug auf quantitative Studien führen die Autoren diverse Formen der Validität an, deren Überprüfung jedoch zu weitreichend scheint. Vielmehr wird im vorliegenden Fall die *konsensuelle Validierung* qualitativer Studien

als besonders bedeutend angesehen. Dabei wird die Einigkeit verschiedener Personengruppen über die Ergebnisse einer Untersuchung als Indiz für die Validität verwendet. Für die Validierung kommen diverse Personengruppen in Frage. Neben den Forschern und den Teilnehmern der Untersuchung kommen auch außenstehende Experten oder Laien in Frage, um die Ergebnisse zu beurteilen. (Bortz & Döring, 2006)

7.2 Expertenrating

Das Expertenrating ist als durchführungsobjektiv anzusehen, da allen Experten der gleiche Online-Fragebogen ohne weitere Hilfsmittel zur Verfügung stand. Insbesondere ist aufgrund der Verwendung eines Fragebogens der unerwünschte Einfluss durch verschiedene Versuchsleiter ausgeschlossen. An dieser Stelle ist anzuführen, dass die mangelnde Übereinstimmung der Experten nicht als mangelnde Objektivität des Tests interpretiert werden darf (vgl. auch Abschnitt 4.3).

Die anschließende Berechnung der durchschnittlichen Punktzahl pro Kategorie ist eindeutig vorgeschrieben und auch der Vergleich der Ergebnisse ist durch die kontinuierliche Verwendung derselben Skala als normativ zu betrachten, sodass die Auswertungs- und Interpretationsobjektivität als vorhanden angesehen werden können.

Eine Möglichkeit, die Reliabilität des Expertenratings zu überprüfen, wäre eine erneute Durchführung zu einem späteren Zeitpunkt gewesen. Auf diese Methode wurde jedoch bewusst verzichtet, da dies mit einem zusätzlichen Zeitaufwand für die Experten verbunden wäre und Bortz & Döring (2006) zudem darauf hinweisen, dass die Reliabilitätsprüfung bei Studien, die die Individualität der getesteten Personen betonen, kritisch zu betrachten bzw. gänzlich abzulehnen ist. In Folge dieser Ausführungen wird daher auf eine Aussage über die Reliabilität des Ratings verzichtet.

Viel wichtiger scheint es die Validität der Ergebnisse zu überprüfen, denn es kann an dieser Stelle nicht ausgeschlossen werden, dass die Auswahl der Experten einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis hat, sodass auch nicht mit absoluter Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass die tatsächliche Bedeutsamkeit der Schwierigkeiten erhoben wurde. Zur Überprüfung der konsensuellen Validität des Expertenratings wurde getestet, inwiefern die Häufigkeit der Nennung einer Schwierigkeit durch die Lehrkräfte mit der durch die Experten eingeschätzten Bedeutsamkeit korreliert. Es ergibt sich ein mittlerer Zusammenhang ($r = .35$), der signifikant auf

einem α -Niveau von 5% ist. Diese Korrelation wird als Indiz für die Validität des Expertenratings angesehen, da sich die Einschätzung der Ergebnisse durch die Experten tendenziell mit den Äußerungen der Lehrkräfte zu decken scheint.

Trotz dessen wäre es wünschenswert, die Anzahl der Experten deutlich zu erhöhen, da dies einzelne Ausreißer innerhalb der Expertengruppe weniger gewichten würde und somit die Streuung der Expertenmeinungen verringern könnte. Ergänzend dazu sei angemerkt, dass im Idealfall ein Außenkriterium die Bedeutsamkeit der Schwierigkeiten festlegt, sodass ein Verzicht auf die subjektive Einschätzung durch Experten möglich wäre.

Da sich die Schwierigkeiten jedoch auf einen speziellen Arbeitsauftrag beziehen, liegen diesbezüglich keine empirisch abgesicherten Ergebnisse vor und das Expertenrating bleibt das zu wählende Mittel.

Auf eine Interpretation der Ergebnisse des Expertenratings wird verzichtet, da das Rating im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur ein notwendiges Mittel darstellt, um ein Maß für die diagnostische Kompetenz der Lehrkräfte zu erhalten. Eine detaillierte Betrachtung der Bedeutsamkeit der Schwierigkeiten für den Experimentierprozess sowie der Transfer zwischen der Einschätzung durch die Experten und dem Experimentierprozess diverser Schülerinnen und Schüler könnte die Grundlage weiterer Forschungen darstellen.

7.3 Bedingungsfaktoren

7.3.1 Übergreifende Bewertung

Für sich betrachtet genügt die reine Berechnung der Korrelationen und die anschließende Veranschaulichung ebendieser den drei Gütekriterien aus Abschnitt 7.1, da sich die Bestimmung der Bedingungsfaktoren auf eindeutig vorgegebene mathematische Auswertungsmethoden bezieht. Allerdings wird dabei der Einfluss zuvor erhobener Daten vernachlässigt. Nur wenn die Erhebung der Schwierigkeiten, d.h. die Durchführung der Interviews und Online-Befragung sowie die anschließende qualitative Inhaltsanalyse und das zuvor beschriebene Expertenrating den genannten Gütekriterien genügen, können die Ergebnisse aus Abschnitt 5 und 6 als objektiv, valide und reliabel bezeichnet werden. Von besonderer Bedeutung für die Validität scheinen zudem die Angaben der Lehrkräfte zur eigenen Person, denn diese können nicht überprüft

werden⁸. In Folge der bisherigen Ausführungen kann daher nicht eindeutig gefolgert werden, inwiefern die Analyse der Bedingungsfaktoren den Gütekriterien zu genügen scheint.

Zudem sind einige Punkte anzuführen, die an der Studie verbessert werden müssten, um generalisierbare Aussagen treffen zu können. Insbesondere ist die Stichprobe der interviewten Lehrpersonen sehr klein und die Ergebnisse dieser Kohorte müssen mit besonderer Vorsicht betrachtet werden. Weiterhin stellen die Lehrpersonen in beiden Kohorten keinen gesellschaftlichen Querschnitt dar und die gefundenen Zusammenhänge dürfen in keinem Fall generalisiert und auf die Gesamtheit aller Lehrerinnen und Lehrer übertragen werden.

Um das Problem der unterschiedlichen Ergebnisse (vgl. Abbildung 4) in den beiden Kohorten angemessen zu berücksichtigen, wurden alle Korrelationen für die einzelnen Kohorten bestimmt. Dies liefert jedoch keine Begründung, wieso die interviewten Lehrkräfte deutlich besser abschneiden als die Teilnehmer der Online-Befragung.

Neben möglichen Zufallseffekten wie einer Auswahl besonders „guter“ Lehrpersonen für die Interviews lassen sich weitere Effekte anführen, die die Unterschiede erklären könnten. Während des Interviews beschäftigten sich die Lehrpersonen fast ausschließlich mit der Aufgabenstellung und hatten ausreichend Zeit, sich Gedanken über die Schwierigkeiten zu machen, während bei einer Bearbeitung des Online-Fragebogens mögliche Ablenkungen nicht ausgeschlossen werden können. Zudem deutet eine durchschnittliche Bearbeitungsdauer von 20 Minuten für die Befragung darauf hin, dass die Beschäftigung mit den Inhalten oberflächlicher ausgefallen sein könnte als in den Interviews, wo bis zu 45 Minuten für vergleichbare Inhalte veranschlagt waren.

Bevor mit der Interpretation der Bedingungsfaktoren begonnen werden kann, stellt sich zunächst die Frage, inwiefern das dargelegte Verfahren (vgl. Abschnitt 4) ein Maß für die Diagnosekompetenz der Lehrpersonen liefern kann. Insbesondere kann bei den Teilnehmern der Online-Befragung nicht ausgeschlossen werden, dass die bereits genannten Nebeneffekte wie beispielsweise Ablenkung und mangelnde Motivation den Bogen ausführlich zu bearbeiten, die Ergebnisse besonders stark beeinflussen. Trotzdem ist davon auszugehen, dass die Lehrpersonen aus freiem Willen an der Studie teilnahmen und somit größtenteils versucht wurde die Schwierigkeiten umfassend zu prognostizieren. Daher können ihre Aussagen als Grundlage verwendet

⁸Dieser Punkt spielt bei der Interpretation verschiedener Bedingungsfaktoren eine gesonderte Rolle und ist an entsprechender Stelle ausführlich erläutert.

werden und in Kombination mit dem Expertenrating ergibt sich ein Indikator für die diagnostische Kompetenz der Lehrpersonen im Bezug auf Schülerexperimente. Die Übertragung der Ergebnisse auf andere Bereiche der diagnostischen Kompetenz sowie eine Überprüfung der berechneten Korrelationen in größeren Stichproben könnte Grundlage weiterer Forschungen sein, sodass die gefundenen Zusammenhänge explorativ betrachtet werden sollten.

7.3.2 Interpretation

Bei der Interpretation der Ergebnisse sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse in keinem Fall als allgemeingültig angesehen werden dürfen. Zudem wird analog zu den vorherigen Abschnitten unter der Diagnosekompetenz der Lehrkräfte ihre diagnostische Kompetenz im Bezug auf das Einschätzen von Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren am Beispiel des Hooke'schen Gesetzes verstanden.

Alter und Berufserfahrung

Aufgrund eines sehr hohen Zusammenhangs zwischen Alter und Berufserfahrung ($r = .98$) und den zuvor bestimmten Ergebnissen scheint eine gemeinsame Betrachtung der beiden Bedingungsfaktoren sinnvoll.

Die Ergebnisse der vorliegenden Erhebung bestätigen die Ergebnisse anderer Untersuchungen (vgl. Abschnitt 2.5) und sind daher zunächst nicht von besonderer Bedeutung. Dennoch scheint es verwunderlich, dass eine hohe Berufserfahrung nicht mit einer hohen diagnostischen Kompetenz einhergeht. Aus dem alltäglichen Verständnis heraus sollte die zunehmende Erfahrung das Einschätzen der Schwierigkeiten vereinfachen, da davon auszugehen ist, dass entsprechende Lehrpersonen in ihrem Berufsleben bereits mehrfach Schülerexperimente, ggf. auch zum Hooke'schen Gesetz, eingesetzt haben. Abgesehen von der allgemeinen Problematik des geringen Stichprobenumfangs stellt sich daher die Frage, ob der nicht vorhandene Zusammenhang auf andere Faktoren zurückzuführen ist.

Ein wichtiger Aspekt könnte an dieser Stelle die unterschiedliche Ausbildung der Lehrkräfte sein. Es ist davon auszugehen, dass die Lehrkräfte mit sehr unterschiedlichen Voraussetzungen in den Lehrberuf gestartet sind, da zwischen den Abschlüssen der Lehrkräfte teilweise mehrere Jahrzehnte liegen, sodass im vorliegenden Fall ausbildungsabhängige Unterschiede vollkommen vernachlässigt werden.

Weiterhin kann an dieser Stelle nicht überprüft werden, inwiefern die Lehrkräfte an Fortbildungen teilnahmen oder ihren Unterricht reflektieren, was zentral für die Optimierung des Unterrichts scheint (vgl. Abschnitt 2.3.3). Infolgedessen ist nicht auszuschließen, dass die genannten Aspekte den tatsächlichen Zusammenhang zwischen diagnostischer Kompetenz und Berufserfahrung überlagern, sodass eine differenzierte Betrachtung unter Berücksichtigung aller Faktoren notwendig scheint⁹.

Geschlecht

Die Ergebnisse der Interviews scheinen nur wenig Aussagekraft zu besitzen, da der Anteil weiblicher Teilnehmerinnen mit sechs Personen viel zu gering ist. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass viele weitere Effekte den tatsächlichen Zusammenhang überlagern, die aufgrund der insgesamt geringen Teilnehmerzahl jedoch nicht aufgedeckt und entsprechend berücksichtigt werden können.

Der geringe Vorteil für die weiblichen Lehrpersonen im Rahmen der Online-Befragung könnte auf die Befragungsform selbst zurückzuführen sein. Smith (2008) weist daraufhin, dass die Bereitschaft zur Teilnahme an Online-Fragebogen bei Frauen etwas höher ist als bei Männern (getestet im universitären Milieu). In Folge dieser Ausführungen und dem widersprüchlichen Ergebnis der Interviews liegt der Schluss nahe, dass die befragten Frauen den Fragebogen sorgfältiger ausgefüllt haben könnten als die männlichen Teilnehmer und daher signifikant besser abschnitten. Davon ausgehend wären die Vorteile für die Frauen nicht mehr auf eine höhere diagnostische Kompetenz, sondern viel mehr auf eine gewissenhaftere Arbeitsweise zurückzuführen.

Lassen sich die Ergebnisse jedoch nicht durch zuvor genannte Effekte erklären, bleibt offen, wieso die weiblichen Probanden tendenziell eine höhere diagnostische Kompetenz besitzen als die Männer. Ein naheliegender Erklärungsansatz wären grundsätzliche Unterschiede in der Persönlichkeitsstruktur der beiden Geschlechter, die eine unterschiedliche Sensibilität für Schülerschwierigkeiten zur Folge haben könnten. Sollte sich diese Theorie in weiteren Untersuchungen bestätigen, scheint es nötig entsprechende Fortbildungen für Lehrer anzubieten, um die entsprechende Sensibilität zu schulen.

⁹Für eine solch detaillierte Betrachtung ist der vorhandene Datensatz nicht ausreichend, sodass an dieser Stelle auf eine weitreichende Analyse verzichtet werden muss.

Abschluss

Entgegen der Hypothese aus Abschnitt 3 ließen sich in der durchgeführten Untersuchung keine Zusammenhänge zwischen diagnostischer Kompetenz und dem Studienabschluss der Lehrkräfte finden. Allerdings ist anzuführen, dass abgesehen von Einzelfällen alle Lehrkräfte ohne einen Lehramtsstudienabschluss ein naturwissenschaftliches Studium (Ingenieurwesen, Diplomstudiengang Chemie oder Physik, etc.) abgeschlossen haben¹⁰ und die Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen auch in der Studie von Jüttner & Neuhaus (2013) eher gering ausfallen.

Zudem spielt die Schulung der diagnostischen Kompetenz eine untergeordnete Rolle in der universitären Lehramtsausbildung (Helmke, 2004), sodass diese unzureichende Ausbildung im Bereich der pädagogischen Diagnostik Grund dafür sein könnte, dass keine Unterschiede zwischen den studierten und den nicht studierten Lehrpersonen festgestellt werden konnten.

Schulform

Analog zur Hypothese aus Abschnitt 3, wiesen die Gymnasiallehrkräfte eine höhere diagnostische Kompetenz als die Nicht-Gymnasiallehrer auf. In Anlehnung an Brunner, Kunter et al. (2006) ist davon auszugehen, dass diese Unterschiede vor allem auf den zu erwartenden fachlichen Vorsprung der Gymnasiallehrkräfte zurückzuführen sind¹¹. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass andere Faktoren die Ergebnisse beeinflussen. Es besteht die Möglichkeit, dass bereits bei der Wahl des Studiengangs eine Aufteilung nach gewissen Aspekten wie zum Beispiel Motivation, Vorwissen oder Arbeitsbereitschaft erfolgte, sodass die Unterschiede zwischen den beiden Lehramtsgruppen auf diese Faktoren und nicht mehr auf die Schulform, in der sie unterrichten, zurückzuführen sind.

Ein weiterer Einflussfaktor könnte die unterschiedliche fachliche und didaktische Ausbildung der Lehrkräfte sein. Zur Überprüfung dieser Hypothese müssten die Prüfungsordnungen, nach der die Lehrpersonen studierten, analysiert und verglichen werden, was aufgrund mangelnder Informationen zum jeweiligen Studienjahr und -ort an dieser Stelle nicht möglich ist.

Weiterhin erfolgte die Zuteilung zu einer der beiden Gruppen nach einem begründeten, aber dennoch willkürlichen Verfahren. Gerade die Zuteilung der Gesamtschullehrer zu den Nicht-Gymnasiallehrern scheint fraglich, da diese sowohl im gymnasialen Zweig als auch in der

¹⁰Zudem hat ein Großteil der nicht-studierten Lehrkräfte das Referendariat absolviert.

¹¹Der fachwissenschaftliche Teil ist bei einem gymnasialen Lehramtsstudiengang deutlich stärker ausgeprägt als bei den Lehrämtern für die Sekundarstufe I (vgl. u.a. Universität Kassel, 2010; Universität Kassel, 2014)

Haupt- und Realschule unterrichten können, aber nicht zwangsläufig müssen. Infolgedessen gilt es, die Ergebnisse kritisch zu betrachten und bei weiteren Untersuchungen die Schulform der Gesamtschullehrer differenzierter zu erheben.

Erfahrung mit Schülerexperimenten

In Anlehnung an die Zusammenhänge zwischen Berufserfahrung und diagnostischer Kompetenz scheint es verwunderlich, dass Lehrpersonen, die angeben, viel Erfahrung mit Schülerexperimenten zu besitzen, nicht signifikant besser abschneiden als Lehrpersonen mit wenig Erfahrung (vgl. Interpretation zur Berufserfahrung).

Besonders auffällig ist daher auch das Ergebnis der interviewten Lehrpersonen, da hier die Lehrkräfte mit viel Erfahrung sogar schlechter abschneiden als Lehrpersonen mit wenig Erfahrung. Eine stichhaltige Argumentation für diesen Zusammenhang lässt sich jedoch nicht anführen. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, dass dieser Zusammenhang auf die spezielle Stichprobe zurückzuführen ist und daher eine erneute Untersuchung mit weiteren Lehrkräften unabdingbar erscheint.

Zusätzlich stellt sich an dieser Stelle die Frage, inwiefern die Angaben der Lehrpersonen wahrheitsgemäß sind. Es ist durchaus möglich, dass die Lehrkräfte ihre Erfahrung mit Schülerexperimenten im Sinne der sozialen Erwünschtheit (vgl. Diaz-Bone, Weischer & Beer, 2015) weitaus höher einschätzen als sie tatsächlich ist. Infolgedessen wären die Ergebnisse der Untersuchung als nicht valide zu betrachten und es bedarf einer erneuten Untersuchung, die ein valides (und objektives) Maß für die Erfahrung der Lehrpersonen mit Schülerexperimenten verwendet.

Unterrichtszeit

Bei genauerer Betrachtung der Angaben der Lehrpersonen zur Unterrichtszeit, die für Schülerexperimente verwendet wird, fallen zwei Aspekte auf. Zum Einen verwenden die Lehrpersonen im Schnitt 39% ihrer Unterrichtszeit für Schülerexperimente und zum Anderen geben 13 Lehrkräfte an mehr als 100% ihrer Unterrichtszeit für Experimente¹² aufzubringen.

Während letztere Angabe offensichtlich falsch ist, scheint ersteres leicht erhöht, da Merzyn (1994) in einer Untersuchung feststellen konnte, dass lediglich 16% der Zeit für Schülerexperimente verwendet werden. Allerdings scheinen zeitliche Schätzungen verwendeter Unter-

¹²Diese Angabe bezieht sich sowohl auf Demonstrations- als auch auf Schülerexperimente. Eine Betrachtung der Korrelation ohne die offensichtlich falschen Angaben vermindert zwar die gefundenen Zusammenhänge, aber tendenziell bleiben sie bestehen und auch die Signifikanz wird nicht beeinflusst.

richtsformen durch die unterrichtenden Lehrpersonen sehr schwierig, da über viele Stunden und unterschiedliche Klassen hinweg ein Mittelwert gebildet werden muss (vgl. Merzyn, 1994). Weiterhin ist an dieser Stelle nicht zu klären, ob die Lehrpersonen Vor- und Nachbereitung des Experiments mit in ihre Schätzung einbezogen haben oder nicht, sodass auch hier unterschiedliche Angaben entstehen können.

Zudem wurde in der PISA-Erhebung von 2006 festgestellt, dass nur 44% der Schülerinnen und Schüler angeben, regelmäßig nach Anleitung zu experimentieren und lediglich 22% anführen, überhaupt selbstständig Experimente durchführen zu dürfen (Seidel et al., 2007). Infolgedessen scheint es überraschend, dass abgesehen von Einzelfällen alle Lehrpersonen angeben, regelmäßig Unterrichtszeit für Schülerexperimente aufzubringen.

Analog zum Abschnitt über die Erfahrung mit Schülerexperimenten ist daher davon auszugehen, dass die Angaben der Lehrerinnen und Lehrer nicht vollkommen korrekt sein könnten. Neben dem bereits genannten Problem besteht zudem die Möglichkeit, dass die Lehrpersonen auch ihre für Schülerexperimente verwendete Unterrichtszeit überschätzen, da dies im Rahmen einer Studie über Schülerexperimente als sozial erwünscht scheint.

Dies hat zur Folge, dass die Validität der Ergebnisse als eher gering eingeschätzt wird, sodass sie entsprechend vorsichtig zu betrachten sind und einer weiteren Überprüfung unterzogen werden sollten. Wünschenswert wäre es, die tatsächlich verwendete Unterrichtszeit durch Beobachtungen über einen längeren Zeitraum zu erfassen und anschließend die Zusammenhänge erneut zu untersuchen. Zudem würde sich dann ein Vergleich zu den zuvor getätigten Angaben anbieten, um die Validität der vorliegenden Ergebnisse zu analysieren.

8 Zusammenfassung

Aufgrund der hohen Bedeutung diagnostischer Fertigkeiten von Lehrerinnen und Lehrern für die Planung, Durchführung und Reflektion von Unterricht, war es das Ziel dieser Arbeit, zunächst ein Maß für die diagnostische Kompetenz zu entwickeln, um anschließend den Einfluss diverser Bedingungsfaktoren auf ebendiese zu untersuchen. Dabei ist zu beachten, dass die Diagnosekompetenz ein latentes und weitreichendes Merkmal ist, was nicht allumfassend und direkt betrachtet werden kann. Infolgedessen wurde für diese Arbeit die Fähigkeit der Lehrpersonen, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zu einer Aufgabenstellung zum Hooke'schen Gesetz zu antizipieren, als Indiz für die Diagnosekompetenz festgelegt.

Im ersten Schritt wurden dazu im Rahmen des Promotionsvorhabens von Martin Draude die Aussagen von insgesamt 155 Lehrpersonen (Interview: 25; Online-Befragung: 130) mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) in sinnvolle Kategorien zusammengefasst. Anschließend wurde innerhalb der vorliegenden Arbeit die Bedeutung der einzelnen Schwierigkeiten für den Experimentierprozess durch ein Expertenrating erhoben.

Nachdem jeder Lehrkraft eine individuelle Punktzahl als Maß für ihre Diagnosekompetenz zugeordnet wurde (vgl. Abschnitt 5.2), konnte der Einfluss verschiedener Bedingungsfaktoren mit Hilfe der Korrelationsrechnung untersucht werden.

Dabei zeigte sich, dass Alter, Berufserfahrung und entgegen der zuvor aufgestellten Hypothese der Abschluss der Lehrkräfte einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Diagnosekompetenz haben oder aber die Stichprobe nicht ausreichend ist, um eindeutige Aussagen treffen zu können. Bezüglich des Geschlechts lieferten die beiden Gruppen unterschiedliche Ergebnisse. Während im Interview leichte, aber nicht signifikante Vorteile für die männlichen Lehrpersonen zu erkennen sind, schnitten die Frauen in der Online-Befragung signifikant besser ab ($r = .35$, $\alpha < .01$, zweiseitige Testung).

Weiterhin konnte für die vorliegende Stichprobe die Hypothese aus Abschnitt 3 bestätigt werden, da die Gymnasiallehrkräfte auch im hier getesteten Bereich eine höhere diagnostische Kompetenz aufwiesen als die Nicht-Gymnasiallehrerinnen und -lehrer ($r = .18$, $\alpha < .05$, zweiseitige Testung).

Innerhalb der Gruppe der interviewten Lehrpersonen konnte zudem ein geringer, nicht signifikanter Zusammenhang ($r = -.27$) zu Lasten der Lehrerinnen und Lehrer, die angaben, viel Erfahrung mit Schülerexperimenten zu haben, gemessen werden.

Außerdem zeigte sich bei Betrachtung der gesamten Stichprobe, dass die Lehrpersonen, die angaben, viel Unterrichtszeit für Schülerexperimente zur Verfügung zu stellen, signifikant schlechter abschnitten als Lehrkräfte, die weniger Zeit für Schülerexperimente aufbringen ($r = -.24$, $\alpha < .01$, zweiseitige Testung).

Zusammenfassend ist jedoch festzuhalten, dass die Ergebnisse explorativ zu betrachten sind. Zum Einen ist die Stichprobe sehr klein und damit nicht repräsentativ für alle unterrichtenden Lehrpersonen und zum Anderen stellt der betrachtete Teil der Diagnosekompetenz nur einen Ausschnitt des Gesamtspektrums aller diagnostischen Aufgaben der Lehrkräfte dar, sodass die vorliegenden Ergebnisse nicht ohne Weiteres auf andere Bereiche übertragen werden dürfen.

9 Ausblick

In den bisherigen Ausführungen wurde bereits angedeutet, dass die Ergebnisse der Untersuchung nicht generalisiert und auf andere Bereiche der Diagnosekompetenz übertragen werden dürfen. Um dies dennoch zu realisieren, wäre es notwendig weitere Untersuchungen mit größeren Stichproben, die idealerweise einen Querschnitt aller unterrichtenden Lehrpersonen darstellen, durchzuführen und weitere Bereiche der diagnostischen Kompetenz von Lehrpersonen abzudecken. Bei der Planung einer solchen Untersuchung sollte zudem von Beginn an darauf geachtet werden, dass Instrumente zur Überprüfung von Validität und Reliabilität eingebaut werden, die es beispielsweise ermöglichen, den Wahrheitsgehalt der prozentualen Schätzung verwendeter Unterrichtsformen zu bestimmen.

Abgesehen von den Aspekten zur Verbesserung und Verallgemeinerung der vorliegenden Studie bietet es sich an, das durchgeführte Expertenrating für weitere Forschungen zu verwenden. Es scheint von besonderem Interesse zu sein, inwiefern die Einschätzung der Bedeutsamkeit der Schülerschwierigkeiten durch die Experten mit den tatsächlichen Problemen der Schülerinnen und Schüler während eigenständiger Experimentierprozesse übereinstimmt. In diesem Kontext würde sich auch eine Analyse der Aussagen der Lehrpersonen im konkreten Bezug auf den Experimentierprozess anbieten, sodass anschließend verglichen werden kann, welche Schwierigkeiten vermutet wurden und welche bei den Schülerinnen und Schülern tatsächlich auftraten.

In Anlehnung an Helmke (2004) scheint es zudem von Bedeutung zu sein zu untersuchen, ob Bedingungsfaktoren für die Strukturierung des Unterrichts existieren, da eine hohe diagnostische Kompetenz alleine nicht ausreichend für einen hohen Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler scheint. Sollten sich hier Bedingungsfaktoren finden lassen, so wäre ein Vergleich zu den Bedingungsfaktoren der diagnostischen Kompetenz unabdingbar. Aus den dann vorliegenden Ergebnissen könnten Ansätze für die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften abgeleitet werden, die es Lehrpersonen mit entsprechenden Eigenschaften ermöglichen, ihre eigenen Kompetenzen weiterzuentwickeln.

Eidesstattliche Versicherung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit mit dem Titel „*Bedingungsfaktoren der Diagnosekompetenz von Physiklehrkräften beim Einschätzen von Schülerschwierigkeiten während eigenständiger Experimentierprozesse*“ selbstständig verfasst worden ist, dass keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt worden sind und dass die Stellen der Arbeit, die anderen Werken – auch elektronischen Medien – dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen wurden, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht worden sind.

(Ort, Datum, Unterschrift)

Literatur

- An, S., G. Kulm & Z. Wu (2004): „The Pedagogical Content Knowledge of Middle School, Mathematics Teachers in China and the U.S.“ In: *Journal of Mathematics Teacher Education* 7.2, S. 145–172.
- Arnold, J., K. Kremer & J. Mayer (2014): „Schüler als Forscher. Experimentieren kompetenzorientiert unterrichten und beurteilen.“ In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 67.2, S. 83–91.
- Barzel, B., B. Reinhoffer & M. Schrenk (2012): „Das Experimentieren im Unterricht“. In: *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hrsg. von W. Rieß, M. Wirtz, B. Barzel, A. Schulz & P. Altenburger. Münster: Waxmann, S. 103–127.
- Baumert, J. & M. Kunter (2006): „Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften“. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9.4, S. 469–520.
- Berger, V. (2011): „Die experimentelle Methode“. In: *Physik Methodik*. Hrsg. von S. Mikelskis-Seifert & T. Rabe. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, S. 29–43.
- Borowski, A. & H. E. Fischer (2009): „Professionswissen und Fortbildung von Physiklehrern“. In: *Physikdidaktik*. Hrsg. von E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, S. 689–708.
- Bortz, J. & N. Döring (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler mit 87 Tabellen*. 4. überarb. Aufl. Springer-Lehrbuch. Heidelberg: Springer-Medizin-Verl.
- Bortz, J. & G. A. Lienert (2003): *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben*. 2. aktualisierte und bearb. Aufl. Springer-Lehrbuch. Heidelberg: Springer.
- Bromme, R. (2008): „Lehrerexpertise“. In: *Handbuch der pädagogischen Psychologie*. Hrsg. von W. Schneider, M. Hasselhorn & J. Bengel. Bd. 10. Handbuch der Psychologie. Göttingen: Hogrefe, S. 159–165.
- Brunner, M. (2006): „Mathematische Schülerleistung“. Dissertation. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin.
- Brunner, M., Y. Anders, A. Hachfeld & S. Krauss (2011): „Diagnostische Fähigkeiten von Mathematiklehrkräften“. In: *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. Hrsg. von M. Kunter, J. Baumert, W. Blum & M. Neubrand. Münster: Waxmann, S. 215–234.
- Brunner, M., M. Kunter, S. Krauss, J. Baumert, W. Blum, T. Dubberke, A. Jordan, U. Klusmann, Y.-M. Tsai & M. Neubrand (2006): „Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung?“ In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9.4, S. 521–544.
- Bühner, M. & M. Ziegler (2012): *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. 3. Aufl. München: Pearson Studium.

- Cappell, J. (2013): *Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase*. Bd. 146. Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos-Verl.
- Demaray, M. K. & S. N. Elliot (1998): „Teachers’ Judgments of Students’ Academic Funvtioning: A Comparison of Actual and Predicted Performances“. In: *School Psychology Quarterly* 13.1, S. 8–24.
- Diaz-Bone, R., C. Weischer & B. Beer (2015): *Methoden-Lexikon für die Sozialwissenschaften*. Wiesbaden: Springer.
- Dübbelde, G. (2013): „Diagnostische Kompetenzen angehender Biologie-Lehrkräfte im Bereich der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.“ Dissertation. Kassel: Universität Kassel.
- Duit, R., H. Gropengießer & L. Stäudel (2007): „Erkunden und Experimentieren“. In: *Mit Aufgaben lernen - Unterricht und Material 5-10*, S. 52–53.
- Engeln, K. (2010): „Praktikum, Lernort Labor“. In: *Physik-Didaktik : Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Hrsg. von H. F. Mikelskis. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, S. 167–176.
- Frey, A. (2014): „Kompetenzmodelle und Standards in der Lehrerbildung und Lehrerberuf“. In: *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Hrsg. von E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland. Münster: Waxmann, S. 712–744.
- Girwidz, R. (2015): „Medien im Physikunterricht“. In: *Physikdidaktik*. Hrsg. von E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, S. 193–246.
- Gramzow, Y., J. Riese & P. Reinhold (2013): „Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 19, S. 7–30.
- Haagen-Schützenhöfer, C. & M. Hopf (2010): „Replikation als Unterrichtsmethode“. In: *Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Hänze, M. & S. Jurkowski (2011): „Diagnostizieren in Lern- und Prüfungssituationen. Pädagogische und lernpsychologische Ansätze.“ In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie* 22.124/ 125, S. 2–4.
- Helmke, A. (2004): *Unterrichtsqualität - erfassen, bewerten, verbessern*. 2. Aufl. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung GmbH.
- Hessisches Kultusministerium (2010): *Lehrplan Physik: Gymnasialer Bildungsgang; Jahrgangsstufen 6G bis 9G und gymnasiale Oberstufe*.
- Hußmann, S., T. Leuders & S. Prediger (2007): „Schülerleistungen verstehen - Diagnose im Alltag“. In: *PM - Praxis der Mathematik in der Schule* 15, S. 1–8.
- Ingenkamp, K. & U. Lissmann (2005): *Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik*. 5. völlig überarb. Aufl. Weinheim: Beltz.

- Jung, W., H. Reul & H. Schwedes (1977): *Untersuchungen zur Einführung in die Mechanik in den Klassen 3-6*. Beiträge zur Methodik und Didaktik der Physik. Frankfurt a.M.: Diesterweg.
- Jüttner, M. & B. J. Neuhaus (2013): „Das Professionswissen von Biologielehrkräften. Ein Vergleich zwischen Biologielehrkräften, Biologen und Pädagogen.“ In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 19, S. 31–49.
- Kechel, J.-H. & R. Wodzinski (2013): „Erfassung von Lernschwierigkeiten bei computergestützten Experimenten“. In: *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen*. Hrsg. von S. Bernholt. Bd. 33. Kiel: IPN Leibniz-Institut f. d. Pädagogik d. Naturwissenschaften an d. Universität Kiel, S. 254–256.
- Kechel, J.-H. & R. Wodzinski (in Vorb.): „Schülerschwierigkeiten beim Experimentieren zum Hooke’schen Gesetz“. In: *Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik*. Hrsg. von C. Maurer. Regensburg.
- KMK (2005): *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 16.12.2004*. Hrsg. von Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD. München.
- KMK (2014): *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*. Hrsg. von Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD. Berlin.
- KMK (2015): *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Hrsg. von Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD. Berlin.
- Köller, O. & H. Meyer (2013): *Was ist eine gute Lehrerin/ein guter Lehrer?* Berlin: Cornelsen Stiftung.
- Krauss, S. & G. Bruckmaier (2014): „Das Experten-Paradigma in der Forschung zum Lehrerberuf“. In: *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Hrsg. von E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland. Münster: Waxmann, S. 241–261.
- Kuckartz, U., S. Rädiker, T. Ebert & J. Schehl (2010): *Statistik. Eine verständliche Einführung*. 1. Aufl. VS Verlag: Lehrbuch. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwissenschaften.
- Kunter, M. & J. Baumert (2011): „Das COACTIV-Forschungsprogramm zur Untersuchung professioneller Kompetenz von Lehrkräften: Zusammenfassung und Diskussion“. In: *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. Hrsg. von M. Kunter, J. Baumert, W. Blum & M. Neubrand. Münster: Waxmann, S. 345–366.
- Kunter, M., J. Baumert, W. Blum & M. Neubrand, Hrsg. (2011): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Kunter, M., T. Kleickmann, U. Klusmann & D. Richter (2011): „Die Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehrkräften“. In: *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. Hrsg. von M. Kunter, J. Baumert, W. Blum & M. Neubrand. Münster: Waxmann, S. 55–68.

- Kunter, M. & U. Trautwein (2013): *Psychologie des Unterrichts*. Bd. 3895. Standard Wissen Lehramt. Paderborn: Schöningh.
- Kunz, H. (2011): „Professionswissen von Lehrkräften der Naturwissenschaften im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung.“ Dissertation. Kassel: Universität Kassel.
- Lorenz, C. (2011): *Diagnostische Kompetenz von Grundschullehrkräften: Strukturelle Aspekte und Bedingungen*. Bd. 9. Schriften aus der Fakultät Humanwissenschaften der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Bamberg: Univ. of Bamberg Press.
- Lunetta, V. N. (1998): „The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching“. In: *International handbook of science education*. Hrsg. von B. J. Fraser & K. G. Tobin. Bd. 2. Kluwer international handbooks of education. Dordrecht: Kluwer, S. 249–262.
- Mayring, P. (2015): *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 12., überarb. Aufl. Weinheim: Beltz.
- McElvany, N., S. Schroeder, A. Hachfeld, J. Baumert, T. Richter, W. Schnotz, H. Horz & M. Ullrich (2009): „Diagnostische Fähigkeiten von Lehrkräften“. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 23.34, S. 223–235.
- Merzyn, G. (1994): *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht: Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer*. Bd. 139. IPN. Kiel: IPN.
- Metzger, S. & K. Sommer (2010): „Kochrezept oder experimentelle Methode?“ In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 63.1, S. 4–11.
- Meyer, H. (2010): „Qualitätsmerkmale guten Unterrichts in der Diskussion“. In: *Was ist guter Unterricht?* Hrsg. von C. Fischer & R. Schilmöller. Bd. 26. Münstersche Gespräche zur Pädagogik. Münster (Westfalen): Aschendorff, S. 6–38.
- Meyer, H. (2014): *Was ist guter Unterricht?* 10. Aufl. Berlin: Cornelsen.
- Müller-Benedict, V. (2006): *Grundkurs Statistik in den Sozialwissenschaften: Eine leicht verständliche, anwendungsorientierte Einführung in das sozialwissenschaftlich notwendige statistische Wissen*. 3. Auflage. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Nawrath, D., V. Maiseyenko & H. Schecker (2011): „Experimentelle Kompetenz - Ein Modell für die Unterrichtspraxis“. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 60.6, S. 42–49.
- Oevermann, U. (1996): „Theoretische Skizze einer revidierten Theorie professionalisierten Handelns“. In: *Pädagogische Professionalität*. Hrsg. von A. Combe & W. Helsper. Bd. 1230. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 70–82.
- Ohlms, M. (2015): „Der professionelle Blick. Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften beschreiben und entwickeln.“ Dissertation. Paderborn: Universität Paderborn.
- Pfeifer, P., S. Schaffer & K. Sommer (2011): „Schülerexperimente im Unterricht: Auswahlkriterien und Beispiele“. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie* 22.126, S. 2–9.

- Pospeschill, M. (2006): *Statistische Methoden: Strukturen, Grundlagen, Anwendungen in Psychologie und Sozialwissenschaften*. 1. Aufl. München: Elsevier Spektrum Akad. Verl.
- Riese, J. (2009): *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Studien zum Physik- und Chemielernen. Paderborn: Logos-Verl.
- Schrader, F.-W. (2008): „Diagnoseleistungen und diagnostische Kompetenzen von Lehrkräften“. In: *Handbuch der pädagogischen Psychologie*. Hrsg. von W. Schneider, M. Hasselhorn & J. Bengel. Bd. 10. Handbuch der Psychologie. Göttingen: Hogrefe, S. 168–177.
- Schrader, F.-W. (2009): „Anmerkungen zum Themenschwerpunkt Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften“. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 23.34, S. 237–245.
- Schrader, F.-W. (2014): „Lehrer als Diagnostiker“. In: *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Hrsg. von E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland. Münster: Waxmann, S. 865–882.
- Schrader, F.-W. & A. Helmke (2002): „Alltägliche Leistungsbeurteilung durch Lehrer“. In: *Leistungsmessungen in Schulen*. 2. unveränd. Aufl. Hrsg. von F. E. Weinert. Weinheim: Beltz, S. 45–58.
- Schreckenberg, W. (1984): *Der Irrweg der Lehrerausbildung: Über die Möglichkeit und die Unmöglichkeit, ein "guter" Lehrer zu werden und zu bleiben*. 1. Aufl. Düsseldorf: Schwann.
- Seidel, T., M. Prenzel, J. Wittwer & K. Schwindt (2007): „Unterricht in den Naturwissenschaften“. In: *PISA 2006*. Hrsg. von M. Prenzel. Münster: Waxmann, S. 147–179.
- Shulman, L. S. (1986): „Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching“. In: *Educational Researcher* 15.2, S. 4–14.
- Shulman, L. S. (1987): „Knowledge and teaching: Foundations of the new reform“. In: *Harcard Educational Review* 57.1, S. 1–22.
- Smith, W. G. (2008): *Does Gender Influence Online Survey Participation? A Record-Linkage Analysis of University Faculty Online Survey Response Behavior*. URL: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED501717.pdf> (besucht am 03. 11. 2015).
- Spielmann, M. (2003): „Wie informativ ist der Korrelationskoeffizient?“ In: *PM: Praxis der Mathematik in der Schule* 45.3, S. 116–117.
- Stolz, A. & R. Erb (2014): „Experimentierverhalten und Lernzuwachs in Experimentiersituationen mit unterschiedlichem Öffnungsgrad.“ In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 67.7, S. 388–393.
- Terhart, E. (2000): *Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland: Abschlussbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Kommission*. Beltz-Pädagogik. Weinheim: Beltz.
- Universität Kassel (2010): *Modulprüfungsordnung für den Teilstudiengang Physik für das Lehramt an Gymnasien - Fassung vom 16.06.2010*.
- Universität Kassel (2014): *Modulprüfungsordnung für den Teilstudiengang Physik für das Lehramt an Haupt- und Realschulen - Fassung vom 27.11.2014*.

- Walpuski, M. & A. Hauck (2014): „Gestaltung lernwirksamer Experimentierphasen.“ In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 67.7, S. 402–407.
- Weinert, F. E. (1996): „’Der gute Lehrer’, ‘die gute Lehrerin’ im Spiegel der Wissenschaft. Was macht Lehrende wirksam und was führt zu ihrer Wirksamkeit?“ In: *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 2, S. 141–151.
- Weinert, F. E. (2000): „Lehren und Lernen für die Zukunft - Ansprüche an das Lernen in der Schule“. In: *Pädagogische Nachrichten Rheinland-Pfalz* 2, S. 1–16.
- Weinert, F. E. (2002): „Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit“. In: *Leistungsmessungen in Schulen. 2. unveränd. Aufl.* Hrsg. von F. E. Weinert. Weinheim: Beltz, S. 17–32.
- Wilke, H.-J. (1993): „Physikalische Schülerexperimente - Vorzüge, Erfahrungen und Probleme.“ In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik* 4.18, S. 8–11.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1	Darstellung der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften	8
2	Fachdidaktisches Dreieck mit den Facetten des fachdidaktischen Wissens	13
3	Beispielhafte Bewertung einer Schwierigkeit im Rahmen des Expertenratings . .	27
4	Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den interviewten und online befragten Lehrpersonen	32
5	Beobachtete und theoretisch zu erwartende Verteilung der diagnostischen Punktzahl über die gesamte Stichprobe	32
6	Darstellung des Zusammenhangs zwischen Alter der Lehrkräfte und ihrer diagnostischen Punktzahl	43
7	Darstellung des Zusammenhangs zwischen Berufserfahrung der Lehrkräfte und ihrer diagnostischen Punktzahl	44
8	Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Lehrkräften (gesamte Stichprobe)	45
9	Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Lehrkräften für die einzelnen Kohorten	45
10	Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den studierten und nicht-studierten Lehrkräften (gesamte Stichprobe)	46
11	Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den studierten und nicht-studierten Lehrkräften für die einzelnen Kohorten	47
12	Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den gymnasialen und nicht-gymnasialen Lehrkräften (gesamte Stichprobe)	48
13	Boxplot zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den gymnasialen und nicht-gymnasialen Lehrkräften für die einzelnen Kohorten	48
14	Darstellung des Zusammenhangs zwischen Erfahrung der Lehrkräfte mit Schülerexperimenten und ihrer diagnostischen Punktzahl	49
15	Darstellung des Zusammenhangs zwischen der für Schülerexperimente aufgebrauchten Unterrichtszeit und der diagnostischen Punktzahl	50

Tabellenverzeichnis

1	Numerische Kodierung des Expertenratings	29
2	Darstellung der Ergebnisse des Expertenratings	30
3	Darstellung der Berechnung des χ^2 -Tests	34
4	Zusammenfassende Darstellung der berechneten Korrelationen	42
5	Abschließende Darstellung der graphisch und rechnerisch relevanten Korrelationen	50

Anhang

- Aufgabe zum Hooke'schen Gesetz (DiSiE-Projekt Universität Kassel) - inklusive Protokollbogen, Hilfekarte und Materialliste
- Übersicht über die diagnostizierten Schwierigkeiten der befragten Lehrerinnen und Lehrer (Kodiermanual von Martin Draude - Stand: 21.07.2015, Universität Kassel)
- Online-Fragebogen zur Bewertung der erfassten Schülerschwierigkeiten (Expertenrating)
- Berechnungen des Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstest (KSA-Test) in tabellarischer Form
- Übersicht über die Daten aller befragten Lehrkräfte (personenbezogene Daten und diagnostische Punktzahl) in tabellarischer Form



Wie schwer ist die Bonbontüte?

Aufgabe

Eure Aufgabe ist es, die Masse der Bonbontüte möglichst exakt zu bestimmen. Euch steht keine Waage zur Verfügung, sondern nur das vor euch liegende Material. Außerdem kennt ihr das Hooke'sche Gesetz. Um eine möglichst exakte Masse zu erhalten, sollt ihr alle drei bekannten Massen (Schokolade, Zucker und Nudeln) in eure Bestimmung mit einfließen lassen. Dokumentiert euer Vorgehen auf dem vorbereiteten Protokollbogen.



Bearbeitungszeit: 35 Minuten



Hilfe für den Notfall:

Solltet ihr absolut nicht mehr wissen, was das Hooke'sche Gesetz besagt, so könnt ihr dies in dem Umschlag auf eurem Tisch nachlesen.

Hilfekarte:**Erinnerung: Das Hooke'sche Gesetz**

Hängt man ein Massenstück an eine Feder, so dehnt sich diese aus. Je schwerer das Massenstück ist, desto stärker ist auch die Ausdehnung der Feder. Oder genauer: Die angehängte Masse und die Längenänderung der Feder verhalten sich proportional zueinander.

Materialliste:

- Gliedermaßstab
- Tischklemme
- Kreuzmuffe
- 2 Haken
- Feder
- 2 Stativstangen
- Tafel Schokolade (300g)
- Tüte Nudeln (500g)
- Päckchen Zucker (1000g)
- Tüte mit Bonbons (unbekannte Masse)
- Taschenrechner
- Zeichenmaterial und Notizzettel

Kodiermanual

zur Auswertung der Lehrerinterviews über die Schwierigkeiten von Schülern beim Bearbeiten der Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz

im Rahmen der Studie

Diagnosekompetenz von Physiklehrkräften beim Schülerexperimentieren



Kategorienbeschreibung

Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
1 Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten beim Lesen der Aufgabenstellung haben. Entweder lesen die Schüler den Aufgabentext nicht, oder sie haben Schwierigkeiten, den Aufgabentext sinntennnehmend zu lesen und damit zu verstehen.	<ul style="list-style-type: none"> „Schüler haben IMMER Mühe Texte zu verstehen. So, und jetzt ist die Frage, sie müssten sich jetzt erstmal die Zeit nehmen, das also wirklich zur Kenntnis zu nehmen und sacken zu lassen. Das ist also die eine Schwierigkeit, zu verstehen, was überhaupt das Problem ist.“ (LP12_pra, 2) „Also die haben nicht genau gelesen, das ist das Problem, sie lesen nicht genau, und haben dann natürlich Probleme da was rauszukriegen.“ (LP6_handl, 2) „Aufgabenstellung (Text) wird nicht verstanden“ (LPO81_pra) 	<ul style="list-style-type: none"> „Die Schüler verstehen nicht, was ich von ihnen möchte“ (LPO122_pra) <i>Anmerkung: Da die Aufgabenstellung die wesentliche Grundlage der Arbeitsanweisung für die SuS darstellt, verweist die Lehrkraft hiermit auf ein fehlendes Verständnis für die Aufgabenstellung.</i> „Dann mal auf die Idee zu kommen, da auch sich Gedanken zu dem TEXT, zu der Aufgabenstellung zu machen, das wäre dann schon etwas schwieriger.“ (LP6_pra, 3) <i>Anmerkung: Auf Nachfrage des Interviewers zeigte sich, dass sich die Lehrkraft mit ihrer Aussage das Lesen der Aufgabenstellung bezieht.</i>
2 Nutzen der Hilfen	Aus der Äußerung wird deutlich, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, vorbereitete Hilfen zielgerichtet zu nutzen und die dort gegebenen Informationen sinnvoll mit dem Experiment zu verknüpfen.	<ul style="list-style-type: none"> „Ich weiß nicht, was ich machen soll“ (lacht). Und ich glaube, da hilft auch diese Hilfekarte nicht unbedingt.“ (LP3_pra, 8) „Des Weiteren konnte man beobachten, dass der rechten Schülerin der Hilfetext wahrscheinlich nicht geholfen hat, der war ihr wahrscheinlich zu lang oder sie konnte damit zumindest nichts anfangen.“ (LP13_handl, 2) 	
3 Ablezen der Massenangabe von Schokolade/ Zucker/ Nudeln	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten dabei haben, die Massenangabe auf der Schokolade, der Zucker- oder der Nudeltüte korrekt abzulesen.	<ul style="list-style-type: none"> „Ich befürchte, eine erste Schwierigkeit besteht darin, dass die Schüler die Massen der drei bekannten Packungen nicht kennen. Auf der Schokolade ist sie nicht angegeben. Bei den Nudeln und dem Zucker werden die Schüler die Angaben nicht finden.“ (LPO26_pra) 	

Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
4 Finden einer Bearbeitungsstrategie	<p>Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten haben, eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe zu finden. Es fällt den Schülern schwer, diesen mehrschrittigen Prozess im Gesamten oder in Teilen zu strukturieren und zu planen. Auch Starschwierigkeiten, die auf die Offenheit der Aufgabenstellung zurückgeführt werden, fallen in diese Kategorie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> „S. fangen an planlos zu arbeiten“ (LPO33_pra) „SuS finden keinen Ansatz SuS wissen nicht welche Schritte gegangen werden müssen um zum Ziel zu kommen“ (LPO70_pra) „Sie haben sich keinen Plan gemacht, das war so übergreifend“ (LP15_handl, 2) „Also das ist die Frage. Und eine weitere Schwierigkeit, die ich noch sehe mit dieser verhältnismäßig offenen Aufgabe oder beziehungsweise offenen Aufgabenstellung, dass die Schüler müssen ja diesen mehrschrittigen Prozess vorher strukturieren. Und das sinnvoll zu tun und nicht gleich in das Experiment rein zu springen und irgendetwas zu messen, sondern sich einen gedanklichen Plan zu entwerfen, den Gang durch dieses Experiment, sodass ich zu dem gewünschten Ergebnis komme, das könnte eine Schwierigkeit darstellen in diesem Experiment. Also eine sinnvolle Strukturierung des eigenen Vorgehens.“ (LP10_pra, 4) „Aufgabenstellung ist offen, d.h. manche werden Starschwierigkeiten haben“ (LPO24_pra) 	<ul style="list-style-type: none"> „Die zweite Schwierigkeit ist eben, zu sehen, ob die die Ausdehnung der Feder dann, aha, ich hänge erstmal die 3 Massenstücke dran, also in Form der Lebensmittel, und dann MESSE ich eben (...) die Ausdehnung, muss die Proportionalitätskonstante, also die Federkonstante rauskriegen und dann über die Schiene kann ich dann“ (LP5_pra, 6) <p><i>Anmerkung: Die Lehrkraft beschreibt hier zwar im Wesentlichen die Schrittfolge beim Experimentieren, benennt damit jedoch explizit, dass die Schüler Schwierigkeiten haben könnten, diese Strategie zu finden.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> „Idee / Vorgehen“ (LPO76_pra) <p><i>Anmerkung: Da im Fragebogen explizit nach Schüler-schwierigkeiten gefragt wurde, kann aus dieser kurzen Antwort auf Schwierigkeiten beim Finden einer Bearbeitungsstrategie gefolgert werden.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> „Offenheit der Aufgabe. Nicht alle Schüler können mit so einer großen Offenheit umgehen --> evtl. Hilfen ermöglichen (hilfekarten)“ (LPO116_pra) <p><i>Anmerkung: Aus dieser Aussage kann gefolgert werden, dass es für die Schüler schwierig ist, für diese offene Aufgabe einen Plan zu erstellen.</i></p>
5 Aufbauen des Experiments	<p>Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten beim Aufbau des Stativmaterials haben. Sie schaffen es nicht, die Tischklemme zu befestigen oder können die Stativstangen nicht mit Hilfe der Kreuzmuffe verbinden. Auch Aussagen, die den Aufbau an sich sowie die Stabilität des Aufbaus als eine Schwierigkeit aufgreifen, fallen unter diese Kategorie. Ebenfalls werden Schwierigkeiten in handwerklichen Fähigkeiten und Fertigkeiten hier einortet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> „Also das fängt mit dem Stativmaterial wahrscheinlich schon mal an. Das fängt damit an. (...) Ja, wie machen sie das am Tisch fest?“ (LP9_pra, 4) „Dann haben die zwei ganz schöne Schwierigkeiten beim Aufbauen des Experiments mit dem Stativmaterial und so.“ (LP16_handl, 2) „Aufbau des Experiments schwierig“ (LPO39_pra) 	<ul style="list-style-type: none"> „Wenn sie noch nie mit Stativmaterial zu tun gehabt haben, dann ist das schwierig.“ (LP12_pra, 16) <p><i>Anmerkung: Die Lehrkraft schränkt ihre Aussage zwar dadurch ein, dass sie sagt, diese Schwierigkeit würde vor allem dann vorliegen, wenn die Schüler vorher noch nicht mit dem Experimentiermaterial zu tun gehabt haben, trotzdem kann man daraus schließen, dass die Lehrkraft durchaus mit dieser Schwierigkeit rechnet.</i></p>

	Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
6	Messprozess allgemein	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten während des Messprozesses haben. Dies kann sich unter anderem in einem fehlerhaften Umgang mit den Messgeräten zeigen.	<ul style="list-style-type: none"> „Probleme beim Messen der Auslenkung“ (LPO18_pra) „Also der ganze Messvorgang, da hatten sie so ein bisschen Schwierigkeiten.“ (LP17_handl, 7) 	
7	Festlegen von Fixpunkten zum Ablesen	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, an der Feder einen Fixpunkt (zum Beispiel die untere Einhängöse der Feder oder die unterste Windung der Feder) festzulegen, bis zu dem bei angehängter Masse gemessen wird. In diese Kategorie fallen ebenfalls Aussagen, die sich auf die Bestimmung des „Nullpunktes“ – also des Ausgangspunktes zum Messen der Federlänge – beziehen.	<ul style="list-style-type: none"> „Also an aller erster Stelle denke ich, wird das Problem darin bestehen, die Ausdehnung der Feder zu messen. Das, glaube ich, ist das größte Problem. Dass die sich fragen, von wo nach wo muss ich eigentlich MESSEN.“ (LP4_pra, 4) „Und dann ist sicherlich das Problem, von wo aus messe ich.“ (LP18_handl, 2) „Wo wird die Ausdehnung der Feder gemessen? Wo ist Null?“ (LPO123_pra) „es wird nicht beachtet, dass der "Fleischerhaken" auch zu einer Dehnung führt“ (LPO26_pra) 	<ul style="list-style-type: none"> „Konkrete Durchführung: Bestimmung der Verlängerung der Feder.“ (LPO111_pra) <i>Anmerkung: Damit die Schüler die Verlängerung konkret bestimmen können, ist es zwingend notwendig, Fixpunkte zum Ablesen festzulegen.</i>
8	Anhängen der Massen an die Feder	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten dabei haben, die Massen an die Feder anzuhängen. Dazu zählt auch, dass die Verpackungen beim Anhängen einreißen könnten.	<ul style="list-style-type: none"> „die Schüler wissen nicht wie sie die Tüten anbringen sollen“ (LPO51_pra) „Die Schüler werden Schwierigkeiten haben, die Massen an der Feder zu befestigen.“ (LPO67_pra) „Durch das Anhängen werden Tüten zerstört“ (LPO89_pra) 	<ul style="list-style-type: none"> „Ja, da wird es auch schon schwierig, das da einzuhaken.“ (LP9_pra, 6) <i>Anmerkung: Aus dem Interviewverlauf wird deutlich, dass die Lehrkraft an dieser Stelle mit dem „das“ die Tüten meint.</i>
9	Messen der Gesamtlänge statt der Längenänderung	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten dabei haben, die Längenänderung der Feder (durch Messung oder Rechnung) zu bestimmen oder die Gesamtlänge der Feder verwenden.	<ul style="list-style-type: none"> „Es wird die Länge der unbelasteten Feder nicht berücksichtigt, sondern gleich Feder+Ausdehnung in EINEM bestimmt“ (LPO34_pra) „Und was mir auch noch aufgefallen ist, dass die beiden Schülerinnen statt der Längenänderung immer die Gesamtlänge verwendet haben.“ (LP16_handl, 2) „Die dritte Schwierigkeit, die ich eigentlich IMMER beim Hook'schen Gesetz sehe ist, die Schüler messen dann die Gesamtfederlänge und messen nicht die Ausdehnung.“ (LP3_pra, 4) 	<ul style="list-style-type: none"> „Erkennen, dass die Strecke im Hooke'schen Gesetz wichtig ist bzw. die Längenänderung der Feder betrachtet werden muss“ (LPO5_pra) <i>Anmerkung: Die Lehrkraft schreibt hier lediglich, dass die Schüler erkennen müssen, dass es auf die Längenänderung ankommt. Als Antwort auf die Frage nach Schüler-schwierigkeiten impliziert dies, dass die Schüler an dieser Stelle Schwierigkeiten haben könnten.</i>

	Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
10	Exaktes Vorgehen/ Genauigkeit	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler beim exakten Vorgehen Schwierigkeiten haben bzw. nicht genau genug arbeiten. Dazu gehört unter anderem auch das genaue Ablesen der Messwerte. Diese können dadurch bedingt sein, dass die Schüler während des Messprozesses die angehängten Materialien berühren oder den Zollstock ungenau anlegen oder die Messwerte nicht auf Augenhöhe ablesen.	<ul style="list-style-type: none"> • „schräg“ ablesen- Das Material pendelt auf und ab während des Ablesens“ (LPO72_pprä) • „Als sie dann am Messen waren, haben sie auch nicht besonders exakt gearbeitet.“ (LP16_handl, 2) • „Ansonsten dieses Typische, mit ungenauem Messen.“ (LP17_pprä, 4) 	<ul style="list-style-type: none"> • „So, also wie genau die Ablesung war, weiß ich nicht. Ob die Probemasse oder die Probiermasse jeweils frei hing oder noch am Tisch hing und damit die Auslenkung nicht stimmte, konnte man auf dem Video schlecht erkennen. Es war zu befürchten, dass sie nicht frei hing. (...)“ (LP15_handl, 4) <i>Anmerkung: Der letzte Satz dieser Aussage weist explizit drauf hin, dass die Schülerinnen Schwierigkeiten beim exakten Messen hatten.</i>
11	Nichtberücksichtigung der Verpackungsmasse	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten durch die Nichtberücksichtigung der Verpackungsmasse haben.	<ul style="list-style-type: none"> • „keine exakte Skalierung infolge der Nichtberücksichtigung der Masse der Verpackungen“ (LPO14_pprä) 	
12	Erstellung der Skala	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten dabei haben, eine korrekte Skala zur Bestimmung des gesuchten Wertes zu erstellen.	<ul style="list-style-type: none"> • „Praktisch besteht das Problem, wo die Skala angebracht werden soll, worauf man sie erstellt.“ (LPO_61, prä) • „Ob sie dann auf die Idee komme, was ich jetzt für sinnvoll halte, richtig eine Skala zu machen“ (LP12_pprä, 22) 	<ul style="list-style-type: none"> • „fehlerhafte Kalibrierung“ (LPO11_pprä) <i>Anmerkung: Unter einer Kalibrierung wird in diesem Zusammenhang die Erstellung einer Skala unter Verwendung der vorgegebenen Massen verstanden.</i>
13	Federüberdehnung	Aus der Äußerung wird deutlich, dass Schwierigkeiten durch die Überdehnung der Feder haben.	<ul style="list-style-type: none"> • „Gefahr besteht, dass Schüler alle Massen gemeinsam anhängen oder sich weitere, schwerere Gegenstände suchen und die Feder überdehnen.“ (LPO106_pprä) • „überDEHNEN die und dann sind die unbrauchbar“ (LP20_pprä, 8) 	

	Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
14	Dokumentation/ Protokollierung allgemein	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten bei der schriftlichen Dokumentation/Protokollierung haben. Dazu gehören die generelle Protokollierung des Versuchs oder das Anlegen einer Tabelle.	<ul style="list-style-type: none"> „Ein weiteres Problem, das mir jetzt noch so spontan einfällt, liegt NICHT in der Durchführung des eigentlichen Experiments, sondern in der DOKUMENTATION des Experimentes.“ (LP23_pra, 4) „Protokoll unvollständig, unpräzise“ (LPO18_pra) 	
15	Auswertung all- gemein	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten bei der Auswertung haben. Diese müssen von der Lehrkraft jedoch nicht näher benannt oder spezifiziert werden.	<ul style="list-style-type: none"> „Die Auswertung würde sicher Probleme bereiten“ (LPO68_pra) „Und ganz große Probleme, denke ich, werden hinterher kommen, wenn man das auswerten soll und soll zu einer Aussage kommen.“ (LP16_pra, 4) 	
16	Verwendung al- ler vorgegebenen Massen	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, zu erkennen, dass für die Genauigkeit des Ergebnisses alle drei Massen verwendet werden müssen. In diese Kategorie fallen ebenfalls die Fälle, in denen die Schüler zwar für alle drei Massen die Messwerte aufgenommen haben, jedoch nur mit einer Größe weiterrechnen.	<ul style="list-style-type: none"> „Die Schüler sind zufrieden, wenn sie eine bekannte Masse benutzt haben.“ (LPO21_pra) „Der zweite Punkt wäre dann, also ich glaube, dass es einige Schülergruppen gibt, die nicht auf die Idee kommen zu sagen, wir rechnen jetzt mal einen Durchschnittswert aus, um das möglichst genau zu machen, sondern die würden halt einfach EINS nehmen und würden dann damit weiter rechnen.“ (LP3_pra, 4) „Sie haben es nur bezogen auf eine Messung.“ (LP8_handl, 2) 	
17	Erstellung und Interpretation des Diagramms	Aus der Äußerung wird deutlich, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, ein für das Experiment angemessenes Diagramm anzufertigen oder dieses für das Experiment angemessen zu interpretieren.	<ul style="list-style-type: none"> „Anfertigung eines annähernd linearen m-s-Diagramms und Verwendung zur Best. der Bonbonmasse“ (LPO53_pra) „Das gleiche Problem kann es aber auch bei der zeichnerischen Lösung geben, dass es anders als im Matheunterricht hier nicht darum geht, die Punkte alle zu verbinden, sondern eine Gerade zu ziehen.“ (LP13_pra, 2) 	

	Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
18	Anwendung des Hooke'schen Gesetzes	Aus der Äußerung wird die Schwierigkeit der Schüler deutlich, das Hooke'sche Gesetz auf das Experiment anzuwenden oder das Hooke'sche Gesetz von Kräften auf Massen zu übertragen.	<ul style="list-style-type: none"> • „Der Zusammenhang Masse Gewichtskraft Dehnung wird nicht auf das konkrete Problem angewendet bzw. es wird nicht in Ruhe darüber nachgedacht“ (LPO109_pprä) • „Da das Hooke'sche Gesetz i.d.R. über die Kraft definiert wird, Probleme beim Transfer Kraft -> Masse.“ (LPO22_pprä) 	<ul style="list-style-type: none"> • „Wie die jetzt von den konkreten Dehnungen, bei der Schokolade, beim Zucker, wenn sie die Gegenstände alle einsetzen und so weiter, wie schließt man dann von dieser Dehnung, die man messen kann auf die Masse. Könnte ich mir vorstellen, was das doch so ein bisschen Abstraktion dann verlangt, das könnte schwierig werden.“ (LP14_pprä, 2) <i>Anmerkung: Die Lehrkraft spricht hier zwar nicht explizit die Anwendung des Hooke'schen Gesetzes an, damit die Schüler jedoch von der Dehnung auf die Masse schließen könne, ist die Anwendung des Hooke'schen Gesetzes notwendig.</i>
19	Rechnenvorgang/mathematische Inhalte allgemein	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten mit der Mathematik haben. Diese müssen von der Lehrkraft jedoch nicht näher benannt oder spezifiziert werden. Ebenfalls fällt der Fehlerhafte Umgang mit dem Taschenrechner in diese Kategorie.	<ul style="list-style-type: none"> • „mathematische Probleme (Termumformungen)“ (LPO76_pprä) • „Und dann kamen natürlich mathematische Schwierigkeiten dazu.“ (LP6_handl, 2) • „Dann, die nächste Schwierigkeit war der Umgang mit dem unbekanntem Taschenrechner, da saßen die Tasten woanders.“ (LP15_handl, 4) 	
20	Umrechnung zwischen Gewichtskraft und Masse	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, zwischen den beiden Größen „Gewichtskraft“ und „Masse“ umzurechnen.	<ul style="list-style-type: none"> • „das heißt, ich muss nochmal umrechnen können zwischen Masse und Kraft“ (LP8_pprä, 4) • „Schwierigkeiten bestehen darin, schon umzurechnen, ich habe KRÄFTE, ich habe MASSEN, was schreibe ich eigentlich da rein? Und wie komme ich fehlerfrei vom einen zum anderen?“ (LP15_pprä, 4) 	<ul style="list-style-type: none"> • „Beziehung Masse /Kraft, weil Hook die Kraft enthält und nicht die Masse.“ (LPO121_pprä) <i>Anmerkung: Aus der Äußerung kann man schließen, dass die Lehrkraft das Hooke'sche Gesetz im Zusammenhang mit Kraft als bekannt ansieht und die Schüler nun Schwierigkeiten damit haben, die Beziehung zwischen Kraft und Masse herzustellen.</i>
21	Validierung und Reflexion der Lösung	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, gewonnene (Zwischen-) Ergebnisse durch Abschätzungen auf ihre Sinnhaftigkeit hin zu überprüfen sowie den Experimentiervorgang im Anschluss zu reflektieren und damit ihren Arbeitsprozess zu überdenken.	<ul style="list-style-type: none"> • „Ja, also jetzt sozusagen nochmal eine Rückkopplung zu der Aufgabe oder WIE haben wir jetzt eigentlich alle 3 Massen einbezogen, das haben sie jetzt nicht mehr hingekriegt. Das wäre also die Schwierigkeit noch zum Ende.“ (LP10_handl, 2) 	

	Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
22	Umgang mit Messfehlern	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, Messungenauigkeiten realistisch einzuordnen und diese als solche zu akzeptieren.	<ul style="list-style-type: none"> „einen Messpunkt als unsicheren Wert mit Fehlergrenzen zu erkennen“ (LPO67_pprä) 	<ul style="list-style-type: none"> „Die Masse wird sich möglicherweise nicht genau angeben lassen, sondern nur näherungsweise. Damit ist die Aufgabe aus Sicht mal[n]cher Schüler unlösbar.“ (LPO30_pprä) <i>Anmerkung: Diese Aussage impliziert, dass die Schüler ein fehlendes Verständnis von Messungenauigkeiten haben und diese nicht als solche akzeptieren.</i>
23	Fachliche Inhalte allgemein	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler fachliche Probleme haben. Diese werden von der Lehrkraft jedoch nicht näher benannt oder spezifiziert.	<ul style="list-style-type: none"> „Also das ist erstmal so die fachlichen Probleme, die ich da sehe. Die fachlichen Probleme.“ (LP1_pprä, 35) 	
24	Unterscheidung von Gewichtskraft und Masse	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, die beiden Begriffe „Masse“ und „Gewichtskraft“ zu unterscheiden oder klar voneinander zu trennen.	<ul style="list-style-type: none"> „Sie müssen dann, die zweite Proportionalität kennen, nämlich F_g proportional m und daraus schließen, dass s proportional m ist.“ (LP1_pprä, 3) „Schwierigkeiten in der Unterscheidung zwischen Masse und Kraft.“ (LPO73_pprä) 	<ul style="list-style-type: none"> „Und dann kommt jetzt gerade beim Reden so noch mehr, also wenn man vorher nicht besprochen hat, was jetzt Masse mal ist, dann hat man auch ein Problem. Also dann ist ja das irgendwie eine völlig abstrakte Größe. (...) Was auch meiner Erfahrung nach ziemlich schwierig ist, wenn man so diesen Astronautenhopper auf dem Mond da nimmt, dass man halt da die Vorstellung von der Masse als unveränderliche Körpereigenschaft da erstmal implementiert. Und das ist immer mit so schwebenden Fragezeichen verbunden, das ist irgendwas so was Komisches, was ich nicht so richtig weiß. Naja, irgendwie so, dann machen sie es doch, aber ohne es direkt akzeptiert zu haben und dann ist es relativ schwierig das wirklich zu implementieren bei den Schülergedanken.“ (LP19_pprä, 4) <i>Anmerkung: Durch das genannte Beispiel weist die Lehrkraft auf das Verständnisproblem des Begriffs der Masse im Kontrast zur Gewichtskraft hin.</i>

	Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
25	Kenntnis des Hooke'schen Gesetzes	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten dadurch haben, dass sie das Hooke'sche Gesetz nicht (mehr) kennen.	<ul style="list-style-type: none"> „Sie kennen das Hookesche Gesetz nicht, da sie sich nicht vorbereitet haben.“ (LPO42_pprä) „Nichtkenntnis des Hookeschen Gesetzes“ (LPO86_pprä) „Das Hooke'sche Gesetz, naja, das war die erste Schwierigkeit, das war ihnen schon unbekannt.“ (LP15_handl, 2) 	<ul style="list-style-type: none"> „Wenn ich das aber ganz raus habe aus diesem, also dieses Hooke'sche Gesetz irgendwann mal gemacht und dann vielleicht ein paar Stunden gewartet, Gewichskraft oder dann über die Gewichtskraft gesprochen und so weiter, dann wird es wahrscheinlich schwierig.“ (LP6_pprä, 11) <i>Anmerkung: Die Lehrkraft weist implizit auf die Nichtkenntnis durch einen zu großen Zeitraum zwischen Bearbeitung im Unterricht und Anwendung im Experiment hin.</i> „Einmal, die theoretische Grundlage war nicht parat“ (LP18_handl, 2) <i>Anmerkung: Da die theoretische Grundlage dieses Experiments das Hooke'sche Gesetz ist und die Lehrkraft hier explizit auf den Hilfreichschlag verweist, wird deutlich, dass die Schwierigkeit in der Nichtkenntnis des Hooke'schen Gesetzes liegt.</i>
26	Verständnis des Hooke'schen Gesetzes	Aus der Äußerung wird deutlich, dass die Schüler Schwierigkeiten dadurch haben, dass sie das Hooke'sche Gesetz nicht ausreichend verstanden haben.	<ul style="list-style-type: none"> „Weil sie vorher nicht richtig verstanden haben, was dieses Hooke'sche Gesetz eigentlich aussagt.“ (LP11_pprä, 4) „Also haben sie das Hook'sche Gesetz eigentlich nicht verstanden.“ (LP9_handl, 56) 	<ul style="list-style-type: none"> „hooksches gesetz ohne Werte im Prinzip verstanden haben“ (LPO36_pprä) <i>Anmerkung: Da im Fragebogen explizit nach Schüler-schwierigkeiten gefragt wurde, kann aus dieser Beschreibung der Voraussetzungen des Experiments folgern, dass die Schüler Schwierigkeiten beim Verständnis des Hooke'schen Gesetzes haben.</i>
27	(Fach-)Sprache	Aus der Äußerung wird ersichtlich, dass die Schüler Schwierigkeiten damit haben, sich sprachlich oder fachsprachlich korrekt auszudrücken oder die Fachsprache zu verstehen. In diese Kategorie fallen auch Schwierigkeiten im Umgang mit Einheiten.	<ul style="list-style-type: none"> „Anwendung der Fachsprache“ (LP5_handl, 2) „Sprachliche Schwierigkeiten mit fachlichen Formulierungen“ (LPO90_pprä) 	<ul style="list-style-type: none"> „Erstaunlich, immer wieder, wie die Schülerinnen sich doch darüber verständigen können, etwas aus ihrer Sicht Sinnvolles zu tun, ohne die Fachsprache dabei zu bemühen (beide lachen). Die wird also nicht als Hilfsmittel betrachtet.“ (LP15_handl, 4) <i>Anmerkung: Da die Lehrkraft die Fachsprache explizit als Hilfsmittel auffasst, das die Schülerinnen nicht verwenden, liegt aus Sicht der Lehrkraft bei der Verwendung der Fachsprache eine Schwierigkeit vor.</i>

	Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
28	Experimentierzeit	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten dadurch haben, dass die Zeit zum Experimentieren nicht ausreicht.	<ul style="list-style-type: none"> „Die Zeit ist zu knapp.“ (LPO_51, prä) „Wer es nicht gleich kapiert und es sich erst erklären lassen muss, der wird mit 35 Minuten wahrscheinlich Probleme haben.“ (LP12_prä, 12) 	
29	Konzentration	Aus der Äußerung wird klar, dass Schwierigkeiten dadurch auftreten, dass die Schüler Konzentrationsschwierigkeiten haben. Diese können durch andere Aktivitäten (z.B. Sportstunde, Klassenarbeit oder andere besondere Ereignisse während des Schultags) entstehen.	<ul style="list-style-type: none"> „je nachdem wie die Lerngruppe drauf ist, wenn sie vorher Sport hatten oder eine Deutscharbeit wieder kriegen, dann sind die oftmals sehr hektisch“ (LP19_prä, 2) 	
30	Anstrengungsbe- reitschaft oder Motivation	Aus der Äußerung wird deutlich, dass Schüler aus verschiedenen Gründen nicht dazu bereit oder motiviert sind, sich intensiv genug mit der Aufgabe auseinander zu setzen. Das kann sich zum Beispiel darin äußern, dass die Schüler ihrer Ergebnisse nicht ausreichend dokumentieren.	<ul style="list-style-type: none"> „Wenn die zu lösende Aufgabe zu schwer erscheint, verweigern viele Schüler die geistige Auseinandersetzung mit der Aufgabe.“ (LPO58_prä) 	<ul style="list-style-type: none"> „Bei oberflächlicher Bearbeitung sind die Schüler zu schnell fertig und haben keine Aufgabe.“ (LPO44_prä) <i>Anmerkung: Aus dieser Äußerung kann gefolgert werden, dass die Schüler sich nicht intensiv genug mit der Aufgabe beschäftigt haben.</i>
31	Ablenkung durch Experi- mentiermaterial	Aus der Äußerung wird klar, dass die Schüler Schwierigkeiten dadurch haben, dass sie durch das Experimentiermaterial abgelenkt werden oder dies anderweitig benutzen.	<ul style="list-style-type: none"> „Ablenkung durch Stüßigkeiten als Experimentiermaterial.“ (LPO44_prä) „Vielleicht essen die SuS auch nur die Stüßigkeiten“ (LPO99_prä) „Weiterhin, ja, wie ich eben sagte würden viele Schüler die ich mir jetzt sofort vorstellen kann Quatsch machen, spielen damit, sich gegenseitig mit der Feder ärgern und alles sowas machen und man nachher KEINE Ergebnisse erzielt.“ (LP25_prä, 2) 	<ul style="list-style-type: none"> „würde es mich auch nicht überraschen, wenn diese Bonbonitätü das Experiment nicht überlebt“ (LP17_prä, 4) <i>Anmerkung: Der weitere Interviewverlauf zeigt, dass die Lehrkraft hier mit einem bewussten Aufreißen der Bonbonitätü rechnet. Damit sind die Schüler vom eigentlichen Experiment abgelenkt.</i>
32	Fehlen einer ex- ternalen Bestäti- gung	Aus der Äußerung wird deutlich, dass die Schüler dadurch Schwierigkeiten haben, dass ihnen eine Bestätigung oder eine Rückmeldung durch die Lehrkraft fehlt.	<ul style="list-style-type: none"> „Also von alleine hängen sie natürlich in der Luft, sie WISSEN ja NICHT, ob es richtig ist oder nicht.“ (LP7_handl, 8) „Am Schluss fehlt ihnen eigentlich die Bestätigung, dass es RICHTIG war.“ (LP19_handl, 2) 	

	Bezeichnung der Kategorie	Beschreibung der Kategorie	Beispiele	Grenzfälle
33	Zusammenarbeit der Schülerteams	Aus der Äußerung wird klar, dass durch die Partnerarbeit zwischen den Schülern der einzelnen Schülerteams Differenzen auftreten können. Dies kann sich sowohl auf die Aufgabenteilung innerhalb der Teams, als auch auf die Kommunikation zwischen den Schülern beziehen.	<ul style="list-style-type: none"> „Ein weiteres ist natürlich, in der Gruppe, ist die Aufgabenteilung. Ist die Gruppe inhomogen, kann es zu Schwierigkeiten kommen. (...) Aber, muss aber nicht. Aber ich kann mir das schon vorstellen, wenn 2 Schüler zusammenarbeiten, die eigentlich nicht so gut miteinander können, gibt es Reibungsflächen.“ (LP8_pri, 4) 	<ul style="list-style-type: none"> „Kooperation in der Gruppe“ (LPO93_pri) <i>Anmerkung: Da im Fragebogen explizit nach Schwierigkeiten bei diesem Experiment als Schülerexperiment gefragt wurde, kann aus dieser kurzen Antwort darauf schließen, dass sich die Lehrkraft mit dem Begriff „Gruppe“ auf Schülerexperimentierpaare bezieht und nicht auf die gesamte Lerngruppe.</i>
34	Menge an Experimentiermaterial	Aus der Äußerung wird deutlich, dass die Schüler Schwierigkeiten durch die Menge an vorgegebenem Experimentiermaterial haben.	<ul style="list-style-type: none"> „Zu viele Materialien liegen bereit, das könnte verwirren“ (LPO79_pri) 	<ul style="list-style-type: none"> „Die Schwierigkeit war, da lag eine zweite, ne zweite, ehm, ein zweiter Haken, was sie damit machen sollten? Ein zweiter Haken? (...) Hmm. (...) Tjo.“ (LP1_handl, 41) <i>Anmerkungen: Die Lehrkraft sieht eine Schwierigkeit darin, dass den Schülerinnen ein zweiter Haken und damit zusätzliches Experimentiermaterial zur Verfügung gestellt wurde und sie nicht wissen, wie sie damit umgehen sollen.</i>



0% ausgefüllt

Diagnosekompetenz von Physiklehrkräften

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen, um diese Umfrage zum Thema "Diagnosekompetenz von Physiklehrkräften" zu bearbeiten. Ziel dieser Umfrage ist es, mit Hilfe Ihrer Einschätzungen eine Bewertung von Lehreraussagen erstellen zu können.

Die Umfrage wird etwa 20 Minuten dauern. Alle Daten, die Sie während der Umfrage angeben, werden vertraulich behandelt und dienen ausschließlich Forschungszwecken.

Wenn Sie alle Fragen einer Seite beantwortet haben, dann klicken Sie auf den Button "Weiter". Beachten Sie dabei bitte, dass es während der Umfrage nicht die Möglichkeit gibt, auf eine vorherige Seite zurückzukehren. Im Fragebogen wird auf Grund der einfacheren Lesbarkeit auf eine separate Nennung der weiblichen Form verzichtet. Die Nennung einer männlichen Form impliziert jedoch auch immer die weibliche Form.

Falls Fragen zur Erhebung bestehen, dann senden Sie mir bitte eine E-Mail an folgende Adresse:

Adrian.Wolff@student.uni-kassel.de

[Adrian Wolff](#), Universität Kassel – 2015



17% ausgefüllt

Ziel der Umfrage



Im Rahmen der Promotion von Martin Draude wurden Physiklehrkräfte befragt, welche Schwierigkeiten sie bei der Bearbeitung der unten stehenden Aufgabe bei den Schülern erwarten - wir sprechen hierbei von "Schülerschwierigkeiten". Dazu wurden Interviews mit folgender Leitfrage geführt:

"Mit welchen Schülerschwierigkeiten rechnen Sie, wenn Sie diese Aufgabe so in Ihrem Unterricht einsetzen würden?"

Weiterhin wurde ein Online-Fragebogen eingesetzt. Die Lehrkräfte beantworteten dazu in einem Freitextfeld u.a. die Fragestellung:

"Welche Schwierigkeiten der Schüler erwarten Sie konkret bei dieser Aufgabe?"

Die Aussagen der Physiklehrkräfte wurden bereits in sinnvolle Kategorien über erwartete Schülerschwierigkeiten zusammengefasst.

Bereits auf den ersten Blick unterscheiden sich diese Kategorien der erwarteten Schülerschwierigkeiten erheblich bezüglich ihrer Bedeutung und Auswirkungen auf den Experimentierprozess. Ziel der Umfrage ist es daher, die Bedeutsamkeit der einzelnen Kategorien näher zu erheben, um so Schlussfolgerungen bezüglich der Diagnosekompetenz der einzelnen Lehrkräfte ziehen zu können.

Aufgabe

Im Folgenden ist die Aufgabe der Schüler dargestellt, die sie mit Hilfe eines Schülerexperiments lösen sollen. Bitte betrachten Sie die Aufgabe genau und nehmen Sie sich ausreichend Zeit, um sich Gedanken über den Experimentierprozess zu machen. Die Aufgabe stellt die Grundlage für die Aussagen der Lehrkräfte und damit auch für die Umfrage dar. (Am entscheidenden Punkt der Umfrage haben Sie die Möglichkeit auf alle zentralen Informationen erneut zuzugreifen.)

Die Schüler haben das Hooke'sche Gesetz bereits im Unterricht bearbeitet und die Aufgabe soll zur Festigung eingesetzt werden. Die "Hilfe für den Notfall" ist im Anschluss an den Protokollbogen dargestellt.



33% ausgefüllt

Arbeitsauftrag

Ihre Aufgabe wird es im Folgenden sein, die Bedeutung der von den Lehrkräften genannten Schwierigkeiten für den selbstständigen Experimentierprozess zu bewerten. Dazu steht Ihnen eine Skala von "Sehr geringe Bedeutung" bis "Sehr hohe Bedeutung" zur Verfügung.

Damit Sie bereits jetzt grob einschätzen können, welches "Aussagenspektrum" Sie erwartet, sind hier bereits die Namen der Kategorien kurz aufgelistet. (Auf Grund der besseren Lesbarkeit wird auf Formulierungen wie "Die Schüler haben Schwierigkeiten beim Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung." verzichtet und die Kategorie stattdessen nur mit "Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung" bezeichnet.)

- Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung
- Nutzen der Hilfen
- Ablesen der Massenangabe von Schokolade/Zucker/Nudeln
- Finden einer Bearbeitungsstrategie
- Aufbauen des Experiments
- Messprozess allgemein
- Festlegen von Fixpunkten zum Ablesen
- Anhängen der Massen an die Feder
- Messen der Gesamtlänge statt der Längenänderung
- Exaktes Vorgehen/ Genauigkeit
- Nichtberücksichtigung der Verpackungsmasse
- Erstellung der Skala
- Federüberdehnung
- Dokumentation/ Protokollierung allgemein
- Auswertung allgemein
- Verwendung aller vorgegebenen Massen
- Erstellung und Interpretation des Diagramms
- Anwendung des Hooke'schen Gesetzes
- Rechenvorgang / mathematische Inhalte allgemein
- Umrechnung zwischen Gewichtskraft und Masse
- Validierung und Reflexion der Lösung
- Umgang mit Messfehlern
- Fachliche Inhalte allgemein
- Unterscheidung von Gewichtskraft und Masse
- Kenntnis des Hooke'schen Gesetzes
- Verständnis des Hooke'schen Gesetzes
- (Fach-)Sprache
- Experimentierzeit
- Konzentration
- Anstrengungsbereitschaft oder Motivation
- Ablenkung durch Experimentiermaterial
- Fehlen einer externalen Bestätigung
- Zusammenarbeit der Schülerteams
- Menge an Experimentiermaterial

Weiter



50% ausgefüllt

Aufbau der einzelnen Kategorien



Die Kategorien sind immer gleich aufgebaut. Zunächst wird der Titel der Kategorie angeführt und dann die Beschreibung. Die Beispiele entstammen der durchgeführten Befragung und dienen lediglich als Veranschaulichung und stehen nicht symbolisch für die Qualität aller Aussagen der jeweiligen Kategorie.

Mit diesem Button können Sie sich die Aufgabenstellung erneut anzeigen lassen.

In der Befragung wurden die Lehrkräfte gebeten die Schülerschwierigkeiten zu benennen, mit denen sie bei dem vorgestellten Experiment rechnen. Welche Bedeutung hat es für Sie, dass sich eine Lehrkraft im Vorfeld des Experimentierprozesses über die jeweiligen Schwierigkeiten bewusst ist?

Bitte bewerten Sie entsprechend der vorgegebenen Skala.

1. Lesen und Verstehen der Aufgabenstellung

Die Schüler haben Schwierigkeiten beim Lesen der Aufgabenstellung. Entweder lesen die Schüler den Aufgabentext nicht, oder sie haben Schwierigkeiten, den Aufgabentext sinnentnehmend zu lesen und damit zu verstehen.

„Aufgabenstellung (Text) wird nicht verstanden“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Nutzen der Hilfen

Die Schüler haben Schwierigkeiten damit, vorbereitete Hilfen zielgerichtet zu nutzen und die dort gegebenen Informationen sinnvoll mit dem Experiment zu verknüpfen.

„[Schüler sagt:] „Ich weiß nicht, was ich machen soll“ (lacht). Und ich glaube, da hilft auch diese Hilfekarte nicht unbedingt.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Ablesen der Massenangabe von Schokolade/Zucker/Nudeln

Die Schüler haben Schwierigkeiten dabei, die Massenangabe auf der Schokolade, der Zucker- oder der Nudeltüte korrekt abzulesen.

„Ich befürchte, eine erste Schwierigkeit besteht darin, dass die Schüler die Massen der drei bekannten Packungen nicht kennen. Auf der Schokolade ist sie nicht angegeben. Bei den Nudeln und dem Zucker werden die Schüler die Angaben nicht finden.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Finden einer Bearbeitungsstrategie

Die Schüler haben Schwierigkeiten, eine Strategie zur Bearbeitung der Aufgabe zu finden. Es fällt den Schülern schwer, diesen mehrschrittigen Prozess im Gesamten oder in Teilen zu strukturieren und zu planen. Auch Startschwierigkeiten, die auf die Offenheit der Aufgabenstellung zurückgeführt werden, fallen in diese Kategorie.

„SuS finden keinen Ansatz; SuS wissen nicht welche Schritte gegangen werden müssen, um zum Ziel zu kommen.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Aufbauen des Experiments

Die Schüler haben Schwierigkeiten beim Aufbau des Stativmaterials. Sie schaffen es nicht, die Tischklemme zu befestigen oder können die Stativstangen nicht mit Hilfe der Kreuzmuffe verbinden. Auch Schwierigkeiten, die den Aufbau an sich sowie dessen Stabilität betreffen, fallen unter diese Kategorie. Ebenfalls werden Schwierigkeiten in handwerklichen Fähigkeiten und Fertigkeiten hier einsortiert.

„Aufbau des Experiments schwierig“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Messprozess allgemein

Die Schüler haben Schwierigkeiten während des Messprozesses. Dies kann sich unter anderem in einem fehlerhaften Umgang mit den Messgeräten zeigen.

„Probleme beim Messen der Auslenkung“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Festlegen von Fixpunkten zum Ablesen

Die Schüler haben Schwierigkeiten, an der Feder einen Fixpunkt (zum Beispiel die untere Einhängeöse der Feder oder die unterste Windung der Feder) festzulegen, bis zu dem bei angehängter Masse gemessen wird. In diese Kategorie fallen ebenfalls Aussagen, die sich auf die Bestimmung des „Nullpunktes“ – also des Ausgangspunktes zum Messen der Federlänge – beziehen.

„Also an aller erster Stelle denke ich, wird das Problem darin bestehen, die Ausdehnung der Feder zu messen. Das, glaube ich, ist das größte Problem. Dass die sich fragen, von wo nach wo muss ich eigentlich MESSEN“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Menge an Experimentiermaterial

Die Schüler haben Schwierigkeiten durch die Menge an vorgegebenem Experimentiermaterial.

„Zu viele Materialien liegen bereit, das könnte verwirren.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Messen der Gesamtlänge statt der Längenänderung

Die Schüler haben Schwierigkeiten, die Längenänderung der Feder (durch Messung oder Rechnung) zu bestimmen oder die Gesamtlänge der Feder verwenden.

„Die dritte Schwierigkeit, die ich eigentlich IMMER beim Hook'schen Gesetz sehe ist, die Schüler messen dann die Gesamtfederlänge und messen nicht die Ausdehnung.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Exaktes Vorgehen / Genauigkeit

Die Schüler haben Schwierigkeiten beim exakten Vorgehen bzw. arbeiten sie nicht genau genug. Dazu gehört unter anderem auch das genaue Ablesen der Messwerte. Diese können dadurch bedingt sein, dass die Schüler während des Messprozesses die angehängten Materialien berühren oder den Zollstock ungenau anlegen oder die Messwerte nicht auf Augenhöhe ablesen.

„Und dann denke ich, dass die Ergebnisse nicht genau genug werden könnten, weil (...) die zu ungenau ablesen, nehme ich an.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Nichtberücksichtigung der Verpackungsmasse

Die Schüler haben Schwierigkeiten durch die Nichtberücksichtigung der Verpackungsmasse.

„keine exakte Skalierung infolge der Nichtberücksichtigung der Masse der Verpackungen“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Erstellung der Skala

Die Schüler haben Schwierigkeiten, eine korrekte Skala zur Bestimmung des gesuchten Wertes zu erstellen.

„Ob sie dann auf die Idee kommen, was ich jetzt für sinnvoll halte, richtig eine Skala zu machen“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Federüberdehnung

Die Schüler haben Schwierigkeiten durch die Überdehnung der Feder.

„Gefahr besteht, dass Schüler alle Massen gemeinsam anhängen oder sich weitere, schwerere Gegenstände suchen und die Feder überdehnen.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Dokumentation/Protokollierung allgemein

Die Schüler haben Schwierigkeiten bei der schriftlichen Dokumentation/Protokollierung. Dazu gehören die generelle Protokollierung des Versuchs oder das Anlegen einer Tabelle.

„Ein weiteres Problem, das mir jetzt noch so spontan einfällt, liegt NICHT in der Durchführung des eigentlichen Experiments, sondern in der DOKUMENTATION des Experimentes“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Auswertung allgemein

Die Schüler haben Schwierigkeiten bei der Auswertung. (Diese müssen von der Lehrkraft jedoch nicht näher benannt oder spezifiziert werden.)

„Und ganz große Probleme, denke ich, werden hinterher kommen, wenn man das auswerten soll und soll zu einer Aussage kommen.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Verwendung aller vorgegebenen Massen

Die Schüler haben Schwierigkeiten, zu erkennen, dass für die Genauigkeit des Ergebnisses alle drei Massen verwendet werden müssen. In diese Kategorie fallen ebenfalls die Fälle, in denen die Schüler zwar für alle drei Massen die Messwerte aufgenommen haben, jedoch nur mit einer Größe weiterrechnen.

„Die Schüler sind zufrieden, wenn sie eine bekannte Masse benutzt haben.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Erstellung und Interpretation des Diagramms

Die Schüler haben Schwierigkeiten, ein für das Experiment angemessenes Diagramm anzufertigen oder dieses für das Experiment angemessen zu interpretieren.

„Anfertigung eines annähernd linearen m-s-Diagramms und Verwendung zur Best[immung] der Bonbonmasse“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Anwendung des Hooke'schen Gesetzes

Die Schüler haben Schwierigkeiten, das Hooke'sche Gesetz auf das Experiment anzuwenden oder das Hooke'sche Gesetz von Kräften auf Massen zu übertragen.

„Der Zusammenhang Masse Gewichtskraft Dehnung wird nicht auf das konkrete Problem angewendet bzw. es wird nicht in Ruhe darüber nachgedacht“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Rechenvorgang / mathematische Inhalte allgemein

Die Schüler haben Schwierigkeiten mit der Mathematik. (Diese müssen von der Lehrkraft jedoch nicht näher benannt oder spezifiziert werden.) Ebenfalls fällt der fehlerhafte Umgang mit dem Taschenrechner in diese Kategorie.

„Und dann kamen natürlich mathematische Schwierigkeiten dazu.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Umrechnung zwischen Gewichtskraft und Masse

Die Schüler haben Schwierigkeiten, zwischen den beiden Größen „Gewichtskraft“ und „Masse“ umzurechnen.

„Schwierigkeiten bestehen darin, schon umzurechnen, ich habe KRÄFTE, ich habe MASEN, was schreibe ich eigentlich da rein? Und wie komme ich fehlerfrei vom einen zum anderen?“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Validierung und Reflexion der Lösung

Die Schüler haben Schwierigkeiten, gewonnene (Zwischen-) Ergebnisse durch Abschätzungen auf ihre Sinnhaftigkeit hin zu überprüfen sowie den Experimentiervorgang im Anschluss zu reflektieren und damit ihren Arbeitsprozess zu überdenken.

„Ja, und dann wird man feststellen, wenn das doch alles gelungen ist, dass die Federkonstanten, die 3, wahrscheinlich nicht übereinstimmen werden (beide lachen). Und dann kommt die große Frage, was machen wir DANN. Ja. UND vielleicht wird der ein oder andere oder die eine oder andere Gruppe darauf kommen, wir werden mal den Versuch wiederholen. Vielleicht ist das ein Ausreißer gewesen. Das zu erkennen ist wichtig.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Umgang mit Messfehlern

Die Schüler haben Schwierigkeiten, Messungenauigkeiten realistisch einzuordnen und diese als solche zu akzeptieren.

einen Messpunkt als unsicheren Wert mit Fehlergrenzen zu erkennen“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Fachliche Inhalte allgemein

Die Schüler haben fachliche Probleme. (Diese werden von der Lehrkraft jedoch nicht näher benannt oder spezifiziert.)

„Also das ist erstmal so die fachlichen Probleme, die ich da sehe. Die fachlichen Probleme.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Unterscheidung von Gewichtskraft und Masse

Die Schüler haben Schwierigkeiten, die beiden Begriffe „Masse“ und „Gewichtskraft“ zu verstehen oder klar voneinander zu trennen.

„Schwierigkeiten in der Unterscheidung zwischen Masse und Kraft.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. Kenntnis des Hooke'schen Gesetzes

Die Schüler haben dadurch Schwierigkeiten, dass sie das Hooke'sche Gesetz nicht (mehr) kennen.

„Nichtkenntnis des Hookschen Gesetzes“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. Verständnis des Hooke'schen Gesetzes

Die Schüler haben dadurch Schwierigkeiten, dass sie das Hooke'sche Gesetz nicht ausreichend verstanden haben.

„Weil sie vorher nicht richtig verstanden haben, was dieses Hooke'sche Gesetz eigentlich aussagt.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. (Fach-)Sprache

Die Schüler haben Schwierigkeiten, sich sprachlich oder fachsprachlich korrekt auszudrücken oder die Fachsprache zu verstehen. In diese Kategorie fallen auch Schwierigkeiten im Umgang mit Einheiten.

„Sprachliche Schwierigkeiten mit fachlichen Formulierungen“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. Experimentierzeit

Die Schüler haben dadurch Schwierigkeiten, dass die Zeit zum Experimentieren nicht ausreicht.

„Wer es nicht gleich kapiert und es sich erst erklären lassen muss, der wird mit 35 Minuten wahrscheinlich Probleme haben.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. Konzentration

Die Schüler haben Schwierigkeiten beim Experimentieren, da sie Konzentrationsschwierigkeiten haben. Diese könnten durch andere Aktivitäten (z.B. Sportstunde, Klassenarbeit oder andere besondere Ereignisse während des Schultags) entstehen.

„je nachdem wie die Lerngruppe drauf ist, wenn sie vorher Sport hatten oder eine Deutscharbeit wieder kriegen, dann sind die oftmals sehr hektisch. Wenn man dann so ein Experiment durchführt, dann kann es passieren, dass die Messwerte verwechselt werden“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Anstrengungsbereitschaft oder Motivation

Die Schüler sind aus verschiedenen Gründen nicht dazu bereit oder motiviert, sich intensiv genug mit der Aufgabe auseinander zu setzen. Das kann sich zum Beispiel darin äußern, dass die Schüler ihrer Ergebnisse nicht ausreichend dokumentieren.

„Wenn die zu lösende Aufgabe zu schwer erscheint, verweigern viele Schüler die geistige Auseinandersetzung mit der Aufgabe.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

31. Ablenkung durch Experimentiermaterial

Die Schüler haben dadurch Schwierigkeiten, dass sie durch das Experimentiermaterial abgelenkt werden oder dies anderweitig benutzen.

„Ablenkung durch Süßigkeiten als Experimentiermaterial.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32. Fehlen einer externalen Bestätigung

Die Schüler haben dadurch Schwierigkeiten, dass ihnen eine Bestätigung oder eine Rückmeldung durch die Lehrkraft fehlt.

„Da stecken sie jetzt in einer Sackgasse, also das heißt da wäre jetzt irgendwie eine Hilfe von außen nötig.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33. Zusammenarbeit der Schülerteams

Die Schüler haben Schwierigkeiten, da durch die Partnerarbeit zwischen den Schülern der einzelnen Schülerteams Differenzen auftreten können. Dies kann sich sowohl auf die Aufgabenverteilung innerhalb der Teams, als auch auf die Kommunikation zwischen den Schülern beziehen.

„Ein weiteres ist natürlich, in der Gruppe, ist die Aufgabenteilung. Ist die Gruppe inhomogen, kann es zu Schwierigkeiten kommen. (...) Aber, muss aber nicht. Aber ich kann mir das schon vorstellen, wenn 2 Schüler zusammenarbeiten, die eigentlich nicht so gut miteinander können, gibt es Reibungsflächen.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34. Anhängen der Massen an die Feder

Die Schüler haben Schwierigkeiten, die Massen an die Feder anzuhängen. Dazu zählt auch, dass die Verpackungen beim Anhängen einreißen könnten.

„Die Schüler werden Schwierigkeiten haben, die Massen an der Feder zu befestigen.“

sehr geringe Bedeutung	geringe Bedeutung	eher geringe Bedeutung	eher hohe Bedeutung	hohe Bedeutung	sehr hohe Bedeutung
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Weiter



67% ausgefüllt

Falls Ihnen in der vorherigen Auflistung noch Schülerschwierigkeiten bezüglich des genannten Experiments fehlen, können Sie diese im Folgenden kurz erläutern.

Mir hat nichts gefehlt.

Weiter



83% ausgefüllt

Persönliche Informationen

Zum Abschluss der Fragen würde ich Sie bitten, mir noch einige personenbezogene Fragen zu beantworten. Die Erhebung dieser Daten ist notwendig, um Sie als "Experte" identifizieren zu können.

Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.

 Weiblich

 Männlich

Was ist Ihr höchster Bildungsabschluss?

Beschreiben Sie bitte ihren Abschluss und ggf. die zugehörige Fachrichtung.

 Möchte ich nicht angeben

Beschreiben Sie bitte kurz ihre aktuelles Tätigkeitsfeld.

 Möchte ich nicht angeben

Welche Erfahrung haben Sie in der Lehre? (Angabe in Jahren)

In der Schule

 Möchte ich nicht angeben

In der Hochschule

 Möchte ich nicht angeben

Wie oft bearbeiten Sie das Hooke'sche Gesetz mit Schülerinnen und Schülern?

 Nie

 Insgesamt weniger als drei Mal (mind. ein Mal)

 Weniger als einmal im Jahr

 Einmal im Jahr

 Mehrmals im Jahr



Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Ich möchte mich ganz herzlich für Ihre Mithilfe bedanken.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.

[Adrian Wolff](#), Universität Kassel – 2015

Berechnungen des Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstest (KSA-Test)- 1/4					
Lehrperson	diagnostische Punktzahl	u -transformierte Punktzahl	empirische Verteilungsfunktion	theoretische Verteilungsfunktion	Differenzen D_i
1	0	-1,41	0,0065	0,0793	0,0728
2	0	-1,41	0,0129	0,0793	0,0664
3	0	-1,41	0,0194	0,0793	0,0599
4	0	-1,41	0,0258	0,0793	0,0535
5	0	-1,41	0,0323	0,0793	0,0470
6	0	-1,41	0,0387	0,0793	0,0406
7	0	-1,41	0,0452	0,0793	0,0341
8	0	-1,41	0,0516	0,0793	0,0277
9	0	-1,41	0,0581	0,0793	0,0212
10	0	-1,41	0,0645	0,0793	0,0148
11	0	-1,41	0,0710	0,0793	0,0083
12	0	-1,41	0,0774	0,0793	0,0019
13	0	-1,41	0,0839	0,0793	0,0046
14	1,6	-1,09	0,0903	0,1562	0,0659
15	1,6	-1,09	0,0968	0,1562	0,0594
16	1,6	-1,09	0,1032	0,1562	0,0530
17	1,8	-1,05	0,1097	0,1562	0,0465
18	2,2	-0,97	0,1161	0,166	0,0499
19	2,2	-0,97	0,1226	0,166	0,0434
20	2,2	-0,97	0,1290	0,166	0,0370
21	2,4	-0,93	0,1355	0,1762	0,0407
22	2,4	-0,93	0,1419	0,1762	0,0343
23	2,4	-0,93	0,1484	0,1762	0,0278
24	2,6	-0,89	0,1548	0,1867	0,0319
25	2,6	-0,89	0,1613	0,1867	0,0254
26	2,6	-0,89	0,1677	0,1867	0,0190
27	3,2	-0,78	0,1742	0,2177	0,0435
28	3,2	-0,78	0,1806	0,2177	0,0371
29	3,2	-0,78	0,1871	0,2177	0,0306
30	3,6	-0,70	0,1935	0,242	0,0485
31	3,6	-0,70	0,2000	0,242	0,0420
32	3,6	-0,70	0,2065	0,242	0,0355
33	3,6	-0,70	0,2129	0,242	0,0291
34	3,6	-0,70	0,2194	0,242	0,0226
35	3,8	-0,66	0,2258	0,2546	0,0288
36	3,8	-0,66	0,2323	0,2546	0,0223
37	3,8	-0,66	0,2387	0,2546	0,0159
38	4	-0,62	0,2452	0,2676	0,0224
39	4	-0,62	0,2516	0,2676	0,0160
40	4	-0,62	0,2581	0,2676	0,0095

Berechnungen des Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstest (KSA-Test)- 2/4					
Lehrperson	diagnostische Punktzahl	u -transformierte Punktzahl	empirische Verteilungsfunktion	theoretische Verteilungsfunktion	Differenzen D_i
41	4	-0,62	0,2645	0,2676	0,0031
42	4	-0,62	0,2710	0,2676	0,0034
43	4	-0,62	0,2774	0,2676	0,0098
44	4	-0,62	0,2839	0,2676	0,0163
45	4	-0,62	0,2903	0,2676	0,0227
46	4	-0,62	0,2968	0,2676	0,0292
47	4	-0,62	0,3032	0,2676	0,0356
48	4	-0,62	0,3097	0,2676	0,0421
49	4	-0,62	0,3161	0,2676	0,0485
50	4	-0,62	0,3226	0,2676	0,0550
51	4	-0,62	0,3290	0,2676	0,0614
52	4	-0,62	0,3355	0,2676	0,0679
53	4	-0,62	0,3419	0,2676	0,0743
54	4,2	-0,58	0,3484	0,281	0,0674
55	4,2	-0,58	0,3548	0,281	0,0738
56	4,4	-0,54	0,3613	0,2946	0,0667
57	4,6	-0,50	0,3677	0,3085	0,0592
58	4,8	-0,46	0,3742	0,3228	0,0514
59	4,8	-0,46	0,3806	0,3228	0,0578
60	5,2	-0,38	0,3871	0,352	0,0351
61	5,4	-0,34	0,3935	0,3669	0,0266
62	5,4	-0,34	0,4000	0,3669	0,0331
63	5,4	-0,34	0,4065	0,3669	0,0396
64	5,8	-0,26	0,4129	0,3974	0,0155
65	5,8	-0,26	0,4194	0,3974	0,0220
66	6	-0,22	0,4258	0,4168	0,0090
67	6	-0,22	0,4323	0,4168	0,0155
68	6,2	-0,18	0,4387	0,4286	0,0101
69	6,2	-0,18	0,4452	0,4286	0,0166
70	6,2	-0,18	0,4516	0,4286	0,0230
71	6,2	-0,18	0,4581	0,4286	0,0295
72	6,4	-0,14	0,4645	0,4443	0,0202
73	6,4	-0,14	0,4710	0,4443	0,0267
74	6,4	-0,14	0,4774	0,4443	0,0331
75	6,6	-0,10	0,4839	0,4602	0,0237
76	6,6	-0,10	0,4903	0,4602	0,0301
77	6,6	-0,10	0,4968	0,4602	0,0366
78	6,6	-0,10	0,5032	0,4602	0,0430
79	6,6	-0,10	0,5097	0,4602	0,0495
80	6,6	-0,10	0,5161	0,4602	0,0559

Berechnungen des Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstest (KSA-Test)- 3/4					
Lehrperson	diagnostische Punktzahl	u -transformierte Punktzahl	empirische Verteilungsfunktion	theoretische Verteilungsfunktion	Differenzen D_i
81	6,6	-0,10	0,5226	0,4602	0,0624
82	6,6	-0,10	0,5290	0,4602	0,0688
83	6,6	-0,10	0,5355	0,4602	0,0753
84	6,6	-0,10	0,5419	0,4602	0,0817
85	6,8	-0,06	0,5484	0,4761	0,0723
86	6,8	-0,06	0,5548	0,4761	0,0787
87	6,8	-0,06	0,5613	0,4761	0,0852
88	6,8	-0,06	0,5677	0,4761	0,0916
89	6,8	-0,06	0,5742	0,4761	0,0981
90	7	-0,02	0,5806	0,492	0,0886
91	7	-0,02	0,5871	0,492	0,0951
92	7,2	0,01	0,5935	0,504	0,0895
93	7,2	0,01	0,6000	0,504	0,0960
94	7,2	0,01	0,6065	0,504	0,1025
95	7,2	0,01	0,6129	0,504	0,1089
96	7,4	0,05	0,6194	0,5199	0,0995
97	7,4	0,05	0,6258	0,5199	0,1059
98	7,4	0,05	0,6323	0,5199	0,1124
99	7,4	0,05	0,6387	0,5199	0,1188
100	7,4	0,05	0,6452	0,5199	0,1253
101	7,6	0,09	0,6516	0,5359	0,1157
102	7,6	0,09	0,6581	0,5359	0,1222
103	7,8	0,13	0,6645	0,5517	0,1128
104	7,8	0,13	0,6710	0,5517	0,1193
105	7,8	0,13	0,6774	0,5517	0,1257
106	8	0,17	0,6839	0,5675	0,1164
107	8	0,17	0,6903	0,5675	0,1228
108	8	0,17	0,6968	0,5675	0,1293
109	8,2	0,21	0,7032	0,5832	0,1200
110	8,4	0,25	0,7097	0,5987	0,1110
111	8,6	0,29	0,7161	0,6141	0,1020
112	8,8	0,33	0,7226	0,6293	0,0933
113	8,8	0,33	0,7290	0,6293	0,0997
114	8,8	0,33	0,7355	0,6293	0,1062
115	9	0,37	0,7419	0,6443	0,0976
116	9,2	0,41	0,7484	0,6591	0,0893
117	9,2	0,41	0,7548	0,6591	0,0957
118	9,4	0,45	0,7613	0,6736	0,0877
119	9,4	0,45	0,7677	0,6736	0,0941
120	9,6	0,49	0,7742	0,6879	0,0863

Berechnungen des Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstest (KSA-Test)- 4/4					
Lehrperson	diagnostische Punktzahl	<i>u</i> -transformierte Punktzahl	empirische Verteilungsfunktion	theoretische Verteilungsfunktion	Differenzen D_i
121	9,6	0,49	0,7806	0,6879	0,0927
122	9,6	0,49	0,7871	0,6879	0,0992
123	10	0,57	0,7935	0,7157	0,0778
124	10,2	0,61	0,8000	0,7291	0,0709
125	10,2	0,61	0,8065	0,7291	0,0774
126	10,4	0,65	0,8129	0,7422	0,0707
127	10,4	0,65	0,8194	0,7422	0,0772
128	10,6	0,69	0,8258	0,7549	0,0709
129	10,6	0,69	0,8323	0,7459	0,0864
130	10,8	0,73	0,8387	0,7673	0,0714
131	11	0,77	0,8452	0,7794	0,0658
132	11,2	0,81	0,8516	0,791	0,0606
133	12	0,96	0,8581	0,8315	0,0266
134	12,2	1,00	0,8645	0,8413	0,0232
135	12,2	1,00	0,8710	0,8413	0,0297
136	12,6	1,08	0,8774	0,8599	0,0175
137	13,2	1,20	0,8839	0,8849	0,0010
138	13,2	1,20	0,8903	0,88449	0,0058
139	13,6	1,28	0,8968	0,8997	0,0029
140	13,8	1,32	0,9032	0,9066	0,0034
141	13,8	1,32	0,9097	0,9066	0,0031
142	14	1,36	0,9161	0,9131	0,0030
143	14,8	1,52	0,9226	0,9357	0,0131
144	15	1,56	0,9290	0,9406	0,0116
145	16,6	1,87	0,9355	0,9693	0,0338
146	17	1,95	0,9419	0,9744	0,0325
147	18,2	2,19	0,9484	0,9857	0,0373
148	19,2	2,39	0,9548	0,9916	0,0368
149	19,6	2,47	0,9613	0,9932	0,0319
150	20	2,54	0,9677	0,9945	0,0268
151	20	2,54	0,9742	0,9945	0,0203
152	20,4	2,62	0,9806	0,9956	0,0150
153	21,8	2,90	0,9871	0,9981	0,0110
154	23,2	3,18	0,9935	0,99926	0,0057
155	26,4	3,81	1,0000	0,999931	0,0001

Übersicht über die Daten aller befragten Lehrkräfte- 1/6

Befragungstyp	Lehrperson	Geschlecht	Alter	Berufserfahrung	Abschluss	Schulform	Unterrichtszeit für Schülerexperimente	Erfahrung mit Schülerexperimenten	diagnostische Punktzahl
Interview	1	Mann	62	35	Lehramt	Gymnasial	10	Viel	12,2
Interview	2	Frau	50	28	Lehramt	Nicht-Gymnasial	2	Viel	4
Interview	3	Mann	40	1	Lehramt	Gymnasial	20	Viel	20,4
Interview	4	Mann	42	12	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	10,4
Interview	5	Mann	45	12	Lehramt	Gymnasial	80	Viel	7,4
Interview	6	Frau	60	21	Lehramt	Gymnasial	25	Viel	14,8
Interview	7	Mann	40	8	Lehramt	Gymnasial	66	Sehr Viel	4,2
Interview	8	Mann	58	27	Lehramt	Gymnasial	1	Mittelmäßig	23,2
Interview	9	Mann	61	32	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	13,8
Interview	10	Mann	33	2,5	Lehramt	Gymnasial	15	Mittelmäßig	20
Interview	11	Frau	52	17	Lehramt	Nicht-Gymnasial	25	Sehr Viel	9,6
Interview	12	Mann	62	35	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	21,8
Interview	13	Mann	30	2	Lehramt	Gymnasial	5	Wenig	14
Interview	14	Mann	45	14	Lehramt	Gymnasial	7,5	Mittelmäßig	9,4
Interview	15	Mann	57	29	Lehramt	Gymnasial	20	Viel	26,4
Interview	16	Mann	42	6	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	65	Viel	13,2
Interview	17	Mann	38	1	Lehramt	Gymnasial	50	Mittelmäßig	17
Interview	18	Mann	46	6	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Mittelmäßig	8,4
Interview	19	Mann	47	12	Lehramt	Nicht-Gymnasial	33	Viel	19,6
Interview	20	Frau	62	38	Lehramt	Nicht-Gymnasial	65	Sehr Viel	12
Interview	21	Mann	44	8	Sonstiges	Gymnasial	25	Mittelmäßig	8,8
Interview	22	Frau	58	30	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Viel	11
Interview	23	Mann	54	6	Lehramt	Gymnasial	k.A.	Viel	9,6
Interview	24	Frau	61	38	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	40	Viel	3,8
Interview	25	Mann	60	32	Lehramt	Gymnasial	5	Mittelmäßig	10,6

Übersicht über die Daten aller befragten Lehrkräfte- 2/6									
Befragungsart	Lehrperson	Geschlecht	Alter	Berufserfahrung	Abschluss	Schulform	Unterrichtszeit für Schülerexperimente	Erfahrung mit Schülerexperimenten	diagnostische Punktzahl
Online	1	Frau	32	2	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	70	Keine	8,8
Online	2	Frau	25	0	Lehramt	Gymnasial	50	Mittelmäßig	6,6
Online	3	Frau	44	16	Lehramt	Nicht-Gymnasial	40	Sehr Viel	4
Online	4	Frau	37	4	Lehramt	Nicht-Gymnasial	60	Wenig	0
Online	5	Frau	28	2	Lehramt	Gymnasial	40	Mittelmäßig	6,8
Online	6	Mann	46	16	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	30	Mittelmäßig	13,2
Online	7	Mann	34	7	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Wenig	2,2
Online	8	Mann	51	13	Lehramt	Gymnasial	20	Viel	6,6
Online	9	Mann	42	13	Lehramt	Gymnasial	60	Sehr Viel	4,8
Online	10	Frau	37	7	Lehramt	Gymnasial	40	Sehr Viel	6,6
Online	11	Mann	45	8	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	60	Sehr Viel	3,2
Online	12	Mann	40	12	Lehramt	Gymnasial	30	Sehr Viel	6,6
Online	13	Mann	62	35	Lehramt	Nicht-Gymnasial	10	Mittelmäßig	7,4
Online	14	Mann	44	20	Lehramt	Gymnasial	30	Viel	4,2
Online	15	Mann	37	4	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	70	Viel	6,2
Online	16	Mann	45	6	Sonstiges	Gymnasial	90	Viel	10,8
Online	17	Frau	55	5	Sonstiges	Gymnasial	20	Mittelmäßig	4
Online	18	Mann	35	8	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	8
Online	19	Frau	43	3	Lehramt	Gymnasial	30	Sehr Viel	3,6
Online	20	Mann	59	35	Lehramt	Gymnasial	60	Viel	3,8
Online	21	Frau	56	30	Lehramt	Gymnasial	20	Mittelmäßig	5,2
Online	22	Mann	49	5	Sonstiges	Gymnasial	30	Mittelmäßig	3,6
Online	23	Mann	55	27	Lehramt	Gymnasial	10	Viel	1,6
Online	24	Frau	42	7	Sonstiges	Gymnasial	50	Viel	4
Online	25	Frau	57	32	Lehramt	Nicht-Gymnasial	60	Viel	6,4
Online	26	Mann	46	4	Lehramt	Gymnasial	50	Sehr Viel	20

Übersicht über die Daten aller befragten Lehrkräfte- 3/6									
Befragungsart	Lehrperson	Geschlecht	Alter	Berufserfahrung	Abschluss	Schulform	Unterrichtszeit für Schülerexperimente	Erfahrung mit Schülerexperimenten	diagnostische Punktzahl
Online	27	Frau	55	11	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	70	Mittelmäßig	0
Online	28	Frau	54	26	Lehramt	Nicht-Gymnasial	50	Viel	6,6
Online	29	Mann	32	4	Lehramt	Gymnasial	10	Viel	0
Online	30	Mann	56	30	Lehramt	Gymnasial	20	Mittelmäßig	2,6
Online	31	Frau	57	23	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	5,4
Online	32	Frau	55	12	Lehramt	Nicht-Gymnasial	60	Mittelmäßig	7
Online	33	Mann	49	5	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	7,2
Online	34	Frau	40	2	Lehramt	Nicht-Gymnasial	20	Mittelmäßig	6,8
Online	35	Mann	44	14	Lehramt	Gymnasial	20	Viel	7,8
Online	36	Frau	50	9	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	30	Viel	11,2
Online	37	Frau	49	19	Lehramt	Gymnasial	70	Viel	4
Online	38	Frau	59	31	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	8
Online	39	Frau	25	0	Lehramt	Gymnasial	50	Mittelmäßig	6,6
Online	40	Mann	35	5	Lehramt	Gymnasial	30	Mittelmäßig	0
Online	41	Frau	45	15	Lehramt	Nicht-Gymnasial	50	Sehr Viel	2,2
Online	42	Frau	44	2	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	20	Mittelmäßig	18,2
Online	43	Mann	59	33	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Viel	4
Online	44	Mann	48	12	Lehramt	Gymnasial	20	Mittelmäßig	16,6
Online	45	Frau	33	0	Sonstiges	Gymnasial	70	Sehr Viel	9,4
Online	46	Frau	37	11	Lehramt	Nicht-Gymnasial	80	Sehr Viel	0
Online	47	Mann	46	18	Lehramt	Gymnasial	50	Sehr Viel	7,6
Online	48	Mann	62	38	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Viel	4
Online	49	Mann	61	20	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Mittelmäßig	1,8
Online	50	Mann	49	7	Sonstiges	Gymnasial	10	Mittelmäßig	0
Online	51	Frau	38	11	Sonstiges	Gymnasial	30	Sehr Viel	10,2
Online	52	Frau	42	6	Lehramt	Gymnasial	50	Viel	6,6

Übersicht über die Daten aller befragten Lehrkräfte- 4/6									
Befragungsart	Lehrperson	Geschlecht	Alter	Berufserfahrung	Abschluss	Schulform	Unterrichtszeit für Schülerexperimente	Erfahrung mit Schülerexperimenten	diagnostische Punktzahl
Online	53	Mann	49	20	Lehramt	Gymnasial	20	Viel	13,6
Online	54	Frau	62	40	Lehramt	Nicht-Gymnasial	40	Sehr Viel	5,4
Online	55	Frau	37	7	Sonstiges	Gymnasial	80	Mittelmäßig	2,4
Online	56	Mann	43	15	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Viel	8,6
Online	57	Mann	43	17	Lehramt	Gymnasial	60	Sehr Viel	7,2
Online	58	Mann	61	37	Lehramt	Nicht-Gymnasial	50	Viel	2,4
Online	59	Mann	36	11	Lehramt	Gymnasial	40	Wenig	4
Online	60	Frau	56	28	Lehramt	Gymnasial	60	Sehr Viel	6,4
Online	61	Mann	53	5	Sonstiges	Gymnasial	20	Viel	3,2
Online	62	Frau	56	30	Lehramt	Nicht-Gymnasial	70	Viel	6,2
Online	63	Mann	30	1	Lehramt	Nicht-Gymnasial	50	Viel	4
Online	64	Mann	48	3	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	20	Mittelmäßig	8,8
Online	65	Frau	59	36	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	70	Viel	0
Online	66	Mann	48	8	Sonstiges	Gymnasial	40	Mittelmäßig	8
Online	67	Mann	52	5	Lehramt	Gymnasial	20	Mittelmäßig	19,2
Online	68	Frau	47	3,5	Sonstiges	Gymnasial	20	Mittelmäßig	12,2
Online	69	Frau	50	8	Sonstiges	Gymnasial	50	Sehr Viel	3,2
Online	70	Mann	33	4	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	60	Sehr Viel	7,2
Online	71	Mann	58	30	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Sehr Viel	6,4
Online	72	Mann	38	8	Lehramt	Gymnasial	10	Viel	9,2
Online	73	Mann	41	11	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	9,6
Online	74	Frau	50	24	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Viel	0
Online	75	Frau	27	2	Lehramt	Nicht-Gymnasial	90	Mittelmäßig	5,8
Online	76	Mann	28	2	Lehramt	Gymnasial	60	Wenig	7,2
Online	77	Frau	26	0	Lehramt	Nicht-Gymnasial	60	Viel	5,8
Online	78	Mann	48	20	Lehramt	Gymnasial	60	Sehr Viel	4

Übersicht über die Daten aller befragten Lehrkräfte- 5/6									
Befragungsart	Lehrperson	Geschlecht	Alter	Berufserfahrung	Abschluss	Schulform	Unterrichtszeit für Schülerexperimente	Erfahrung mit Schülerexperimenten	diagnostische Punktzahl
Online	79	Frau	32	6	Lehramt	Nicht-Gymnasial	90	Sehr Viel	4,8
Online	80	Mann	40	11	Sonstiges	Gymnasial	10	Viel	4,4
Online	81	Mann	58	27	Lehramt	Gymnasial	10	Viel	8,2
Online	82	Frau	29	0,5	Lehramt	Gymnasial	40	Wenig	4
Online	83	Mann	45	5	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Mittelmäßig	0
Online	84	Mann	63	40	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Viel	6
Online	85	Frau	32	1	Sonstiges	Gymnasial	40	Viel	6,8
Online	86	Frau	48	8	Sonstiges	Gymnasial	70	Viel	6
Online	87	Mann	48	3	Lehramt	Gymnasial	10	Viel	3,8
Online	88	Mann	57	26	Lehramt	Gymnasial	20	Sehr Viel	4
Online	89	Mann	50	12	Sonstiges	Gymnasial	10	Mittelmäßig	1,6
Online	90	Frau	47	5	Lehramt	Nicht-Gymnasial	70	Viel	6,6
Online	91	Mann	42	16	Lehramt	Gymnasial	40	Viel	7,4
Online	92	Mann	45	18	Lehramt	Gymnasial	40	Viel	0
Online	93	Mann	43	6	Lehramt	Gymnasial	40	Sehr Viel	1,6
Online	94	Mann	32	5	Sonstiges	Gymnasial	70	Viel	9
Online	95	Mann	44	14	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	7
Online	96	Mann	28	3	Lehramt	Nicht-Gymnasial	80	Viel	6,8
Online	97	Frau	34	4	Lehramt	Nicht-Gymnasial	80	Mittelmäßig	2,2
Online	98	Frau	59	32	Lehramt	Nicht-Gymnasial	50	Viel	7,8
Online	99	Mann	60	30	Lehramt	Gymnasial	30	Sehr Viel	9,2
Online	100	Mann	37	5	Sonstiges	Gymnasial	10	Mittelmäßig	4,6
Online	101	Frau	30	3,5	Sonstiges	Gymnasial	90	Mittelmäßig	6,8
Online	102	Mann	33	1	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	40	Mittelmäßig	4
Online	103	Frau	41	6	Sonstiges	Gymnasial	50	Viel	13,8
Online	104	Frau	39	2	Lehramt	Gymnasial	20	Mittelmäßig	6,2

Übersicht über die Daten aller befragten Lehrkräfte- 6/6									
Befragungsart	Lehrperson	Geschlecht	Alter	Berufserfahrung	Abschluss	Schulform	Unterrichtszeit für Schülerexperimente	Erfahrung mit Schülerexperimenten	diagnostische Punktzahl
Online	105	Mann	60	30	Lehramt	Gymnasial	80	Viel	2,4
Online	106	Mann	60	15	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	30	Viel	6,2
Online	107	Mann	59	30	Lehramt	Nicht-Gymnasial	80	Mittelmäßig	0
Online	108	Frau	29	3	Lehramt	Gymnasial	20	Mittelmäßig	10
Online	109	Mann	47	10	Lehramt	Gymnasial	20	Sehr Viel	10,4
Online	110	Mann	28	1	Lehramt	Gymnasial	70	Mittelmäßig	3,6
Online	111	Mann	62	33	Lehramt	Gymnasial	30	Viel	10,2
Online	112	Mann	40	8	Lehramt	Gymnasial	50	Sehr Viel	3,6
Online	113	Frau	39	18	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Viel	4
Online	114	Frau	47	4	Sonstiges	Gymnasial	70	Viel	2,6
Online	115	Frau	31	3	Lehramt	Nicht-Gymnasial	100	Mittelmäßig	7,4
Online	116	Frau	28	3	Lehramt	Nicht-Gymnasial	70	Viel	6,6
Online	117	Mann	40	15	Lehramt	Nicht-Gymnasial	20	Sehr Viel	0
Online	118	Mann	59	30	Lehramt	Gymnasial	30	Viel	7,6
Online	119	Mann	42	13	Sonstiges	Gymnasial	0	Viel	4
Online	120	Frau	54	27	Lehramt	Gymnasial	20	Viel	15
Online	121	Mann	61	36	Sonstiges	Gymnasial	30	Viel	4
Online	122	Frau	47	3	Lehramt	Nicht-Gymnasial	50	Viel	7,8
Online	123	Frau	50	7	Sonstiges	Gymnasial	10	Wenig	12,6
Online	124	Frau	49	28	Lehramt	Nicht-Gymnasial	50	Sehr Viel	6,6
Online	125	Frau	47	25	Lehramt	Gymnasial	40	Viel	0
Online	126	Mann	29	1	Lehramt	Gymnasial	20	Mittelmäßig	2,6
Online	127	Mann	52	12	Sonstiges	Gymnasial	50	Sehr Viel	10,6
Online	128	Mann	49	8	Sonstiges	Nicht-Gymnasial	80	Viel	7,4
Online	129	Mann	42	14	Lehramt	Gymnasial	10	Mittelmäßig	5,4
Online	130	Mann	28	1,5	Lehramt	Nicht-Gymnasial	30	Mittelmäßig	3,6