

Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das
Lehramt an Hauptschulen und Realschulen im Fach Physik, eingereicht
dem Landesschulamt – Prüfungsstelle Frankfurt am Main

Vergleichende Untersuchung zu Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre in Hessen und Weißrussland

Ausgearbeitet von:

Svetlana Müller
Frankfurt am Main
Studienfach LA Physik, Mathematik

Gutachter: Professor Dr. Thomas Wilhelm

Inhalt

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Ziel und Struktur der wissenschaftlichen Arbeit.....	2
1.2 Empirische Untersuchungen zu Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre	4
1.3 Forschungsfragen	6
2 Methodische Umsetzungen	8
2.1 Quantitative methodische Vorgehensweise	8
2.1.1 Das Erhebungsinstrument	8
2.1.2 Datenerhebung	13
2.1.3 Datenaufbereitung und –auswertung.....	14
2.2 Qualitative methodische Vorgehensweise	18
3 Ausgangslage	22
3.1 Vergleich der hessischen und weißrussischen Bildungssysteme	22
3.2 Beteiligung an den internationalen und nationalen Untersuchungen.....	29
3.3 Physikunterricht in den beiden Ländern	32
4 Ergebnisse und Diskussion	36
4.1 Ergebnisse nach Ländervergleich	36
4.2 Testergebnisse differenziert nach einzelnen Schüler und Schülerinnen.....	45
4.3 Testergebnisse nach einzelnen Items	47
4.4 Auswertung der Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre....	53
5 Fazit.....	63
6 Literaturverzeichnis.....	65
7 Anhang	70
7.1 Erhebungsinstrument auf Deutsch	70
7.2 Erhebungsinstrument auf Russisch	75
7.3 Statistische Ausgaben.....	81

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1:	Kategorisierung bekannter Schülervorstellungen	12
Tabelle 2:	Übersicht über die verwendeten Variablen und die daraus abgeleiteten Konstrukte	16
Tabelle 3:	Testergebnisse in Weißrussland und Hessen	37
Tabelle 4:	Testergebnisse in Weißrussland und Hessen differenziert nach Schulen	38
Tabelle 5:	Testergebnisse in Hessen differenziert nach acht Klassen	39
Tabelle 6:	Abbildung von Schülervorstellungen durch Antwortkombinationen für Item Nr. 3	52
Abbildung 1:	Wie viele SchülerInnen haben welches Item richtig gelöst?	20
Abbildung 2:	Wie viele SchülerInnen haben wie viele Items richtig gelöst?	20
Abbildung 3:	Mittelwert der richtigen Antworten nach einzelnen Klassen in Hessen und Schulen in Weißrussland	21
Abbildung 4:	Struktur des Schulsystems in Weißrussland	27
Abbildung 5:	Wie viele SchülerInnen haben wie viele Items richtig gelöst?	46
Abbildung 6:	Wie viele SchülerInnen haben welches Item richtig gelöst?	48
Abbildung 7:	Wie viele SchülerInnen wählen Antwortkombination richtig-falsch?	50
Abbildung 8:	Wie viele SchülerInnen wählen verschiedene Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Strom wird verbraucht“?	54
Abbildung 9:	Wie viele SchülerInnen wählen verschiedene Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Batterie als konstante Stromquelle“?	56
Abbildung 10:	Wie viele SchülerInnen wählen verschiedene Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Stromverbrauch ist proportional zum Widerstand“?	56
Abbildung 11:	Wie viele SchülerInnen wählen verschieden Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Inverse Widerstandsvorstellung“?	57

Abbildung 12:	Wie viele SchülerInnen wählen verschieden Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Sequentielle Argumentation“?.....	58
Abbildung 13:	Wie viele SchülerInnen wählen verschieden Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Probleme mit Parallelschaltung“?	59
Abbildung 14:	Wie viele SchülerInnen zeigen welche Schülervorstellungen?	61

1 Einleitung

In der Regel kommen SchülerInnen in die Schule mit eigenen Erfahrungen und Vorkenntnissen, die öfter fern von den physikalischen Gesetzen und Erklärungen sind. Für eine Lehrerin bzw. einen Lehrer ist es besonders wichtig, verschiedene Fehlvorstellungen der SchülerInnen im Rahmen des Physikunterrichts zu reduzieren und dabei wissenschaftliche Erklärungen der physikalischen Phänomene zu vermitteln. Seit Jahren werden in der internationalen Physikdidaktik Schülervorstellungen nach verschiedenen Themen untersucht. In der vorliegenden Arbeit steht das Thema „Elektrizitätslehre“ im Mittelpunkt einer empirischen vergleichenden Analyse in Hessen, einem deutschen Bundesland, und in Weißrussland.

Die vorliegende Arbeit ist besonders interessant vor dem Hintergrund der Tatsache, dass in diesen beiden Ländern sehr unterschiedliche Bildungssysteme mit verschiedenen Historien und Traditionen herrschen. Daher suchte die Verfasserin der vorliegenden Staatsexamensarbeit nach einer Fragestellung, die in beiden Ländern zwar unter konkreten Voraussetzungen und jedoch möglichst einheitlich und systematisch umgesetzt werden konnte. Dafür wurden die Schulprogramme für das Fach Physik in den beiden Ländern genauer in den Blick genommen und unter den Gesichtspunkten Inhalt, Terminologie und Jahrgangsstufe gesichtet und mit einander verglichen. Die Themenbereiche der Mechanik und Optik wurden sofort ausgeschlossen, da diese Themen zu unterschiedlichen Zeitpunkten und mit unterschiedlichen Schwerpunkten in den Bildungsplänen beider Länder verankert sind. Im Ergebnis wurde das Thema „Elektrizitätslehre“ als Untersuchungsgegenstand definiert. Dieses Thema wird in beiden Ländern mit sehr ähnlichen Inhalten und zum gleichen Zeitpunkt, also im 8. Jahrgang, unterrichtet.

Im Rahmen dieser Examensarbeit werden dabei nicht nur die erreichten Kenntnisniveaus der SchülerInnen, sondern auch verschiedene Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre eruiert. Unsere Alltagsaktivitäten sind ohne Elektrizität und Elektrogeräte kaum mehr vorstellbar. Jeden Tag benutzen Menschen Handys, schauen Fern, kochen Essen an einem elektrischen Herd, machen Licht an und aus. Dabei ist die Frage – Wie leuchtet denn die Lampe? – nicht so einfach zu beantworten. Die Ergebnisse

wissenschaftlicher Studien zeigen, dass SchülerInnen heutzutage Schwierigkeiten haben, diesen Prozess zu rekonstruieren. Insofern konnten ca. 50% der SchülerInnen nicht einen geschlossenen Stromkreis mithilfe einer Glühbirne, einer Batterie und Draht aufbauen, um die Glühbirne zum Leuchten zu bringen (Urban-Woldron, Hopf, 2012, S. 204). Dabei wird die Elektrizitätslehre seit vielen Jahren in allgemeinbildenden Schulen unterrichtet und gehört zu einem der wichtigsten und gleichzeitig schwierigsten Themenbereiche.

Während die Schülervorstellungen im deutschsprachigen Raum in den letzten 30 Jahren mit Blick auf Lernschwierigkeiten umfangreich untersucht und definiert wurden, sind in der weißrussischen Fachliteratur sowie im russischsprachigen Raum solche Forschungsarbeiten wenig bekannt. Daher wird mit der vorliegenden Arbeit angestrebt, diese Lücke zu schließen und empirische Erkenntnisse zu Schülervorstellungen in der Elektrizitätslehre in beiden Ländern mit Hilfe eines Tests zu untersuchen. Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass die SchülerInnen in Weißrussland an keinen internationalen vergleichenden Studien teilnehmen, gewinnt diese Arbeit an Bedeutung.

1.1 Ziel und Struktur der wissenschaftlichen Arbeit

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist eine Untersuchung der Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre in zwei verschiedenen Ländern. Um die Nachhaltigkeit des Gelernten und die Lernschwierigkeiten der SchülerInnen in diesem Bereich zu eruieren, wurde diese Studie einheitlich unter den SchülerInnen in der Sekundarstufe I, und zwar nicht direkt nach der Bearbeitung des Themas in den Untersuchungsklassen, sondern mindestens sechs Monate später, durchgeführt. Da getestete physikalische Kenntnisse bei den beteiligten SchülerInnen etwas in Vergessenheit geraten könnten, war für diese Studie besonders wichtig, ob und inwiefern die SchülerInnen wichtige Begriffe und Zusammenhänge in diesem Themenbereich wiedergeben konnten sowie welche bekannten Fehlvorstellungen sich dabei erkennen ließen.

Die Arbeit ist in fünf Kapitel gegliedert. Im ersten Kapitel wird anschließend an eine Darstellung der Ziele dieser Arbeit ein kurzer Überblick über den aktuellen Stand der Forschung in Physikdidaktik zu Schülervorstellungen zur

Elektrizitätslehre im deutschsprachigen Raum dargestellt. Daraus werden verschiedene Forschungsfragen abgeleitet.

Im zweiten Kapitel erfolgt eine detaillierte Darstellung der methodischen Vorgehensweise der Studie. Da bei der Durchführung der Untersuchung sowohl qualitative als auch quantitative Methoden genutzt wurden, werden diese einerseits mit Blick auf das Erhebungsinstrument, Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung dargestellt. Andererseits erfolgt die Darstellung der qualitativen Methode, die in Form von persönlichen Interviews mit fünf der beteiligten Fachkräfte zum Einsatz kam. Während die Testergebnisse einer objektiven Bewertung der Schülervorstellungen dienen, dienen die Interviews mit den LehrerInnen einer weiterführenden Erklärung sowie einer Interpretation der quantitativen Ergebnisse.

Um unterschiedliche Rahmenbedingungen der vorliegenden Untersuchung zu verdeutlichen, werden im dritten Kapitel zwei Schulsysteme sowie deren Gemeinsamkeiten und Unterschiede dargestellt. Anschließend werden die Ziele und Gestaltung des Physikunterrichts in Hessen und Weißrussland genauer in den Blick genommen, mit dem Ziel, die inhaltlichen Schwerpunkte sowie verschiedene Begriffe zum Thema „Elektrizitätslehre“ als auch deren Verwendung in zwei unterschiedlichen Sprachsystemen zu beschreiben. Dabei finden die Lehrerpläne und Bedienungen des Physikunterrichts in der Sekundarstufe I in den beiden Ländern besondere Berücksichtigung.

Das vierte Kapitel widmet sich der Darstellung der quantitativen Testergebnisse der Untersuchung. Diese werden nach unterschiedlichen Blickwinkeln auf drei verschiedenen Ebenen ausgewertet. Es handelt sich konkret um eine Auswertung der Testergebnisse differenziert nach beiden Ländern, um einen Gesamtüberblick über die Lösungshäufigkeiten der hessischen und weißrussischen SchülerInnen zu verschaffen. Da sich auch innerhalb der beteiligten Schulen große Unterschiede feststellen lassen, werden die Testergebnisse sowohl differenziert nach Schulen als auch nach einzelnen Klassen vorgestellt. Anschließend werden die tiefergehenden Auswertungen auf den Ebenen der einzelnen einstufigen und zweistufigen Items vorgenommen. Zum Schluss werden unterschiedliche Antwortkombinationen der SchülerInnen vorgestellt, mit deren Hilfe das Eintreten verschiedener

Schülervorstellungen bei hessischen und weißrussischen SchülerInnen geprüft werden. Mit Hilfe von fünf Interviews mit fünf der beteiligten Lehrkräfte werden die quantitativen Ergebnisse interpretiert bzw. durch die Einschätzungen der Lehrkräfte untermauert.

Die Arbeit rundet mit einem Fazit ab, in dem die wichtigsten Erkenntnisse der Studie kurz zusammengefasst sowie einen Ausblick für die weitere Forschung formuliert werden.

1.2 Empirische Untersuchungen zu Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre

Eine wichtige Dimension, die die menschliche Denkweise stark beeinflusst, ist unbestritten die Alltagssprache. Dies gilt auch in Hinsicht auf die Vorstellungen der SchülerInnen in Bezug auf die Elektrizität (Rhöneck, 1986; Duit, 2002, S. 1; Muckenfuß, 1984, S. 30). Im Alltag hört man oft die Aussagen „Strom sparen“ oder „Strom wird verbraucht“. Deswegen denken viele SchülerInnen, dass Strom in der Lampe oder anderen Elektrogeräte verbraucht wird (Duit, 2002, S. 4). Diese Alltagssprache prägt Schülervorstellungen über den elektrischen Strom, den Rhöneck (1986, S. 10) für einen der wichtigsten Begriffe in der Sekundarstufe I hält. Gleiche sprachliche Phrasen gibt es in der russischen Sprache. Insofern, wird eine angeschaltete Lampe als eine „brennende Lampe“ beschrieben. Dabei entsteht automatisch die Wahrnehmung, als ob der Strom tatsächlich „verbrannt“ wird. Wie Rhöneck es beschreibt, „Strom wird oft als eine Art Brennstoff gesehen“ (Rhöneck in Urban-Woldron, Hopf, 2012, S. 205).

Auch im Physikunterricht spielt die Sprache eine wichtige Rolle bei der Vermittlung des Wissens und die Prägung der physikalischen Schülervorstellungen. Muckenfuß (1984, S. 34) stellt die Fragen dar, die mögliche Missverständnisse der SchulerInnen im Physikunterricht zeigen:

„Wenn Strom nicht verbraucht wird, sondern im Kreis herum geht, was wird dann verbraucht? Wenn die Batterie nicht leichter wird, wenn sie leer ist, warum sagt man dann, sie ist leer? Wenn der Strom sich nicht durch die Leitung bewegt, sondern eine Strömung ist, was bewegt sich dann?“
(Muckenfuß, 1984, S.34)

Duit (2002, S.4) fasst verschiedene Fehlvorstellungen zu diesem Begriff zusammen und stellt fest, dass viele SchülerInnen eine „Verbrauchsvorstellung“ über den Strom bis zum Ende der Sekundarstufe I haben. Das Schülervorwissen kann zum Teil auch richtig sein, ist aber häufig nicht wissenschaftlich korrekt und konfrontiert mit dem neu Gelernten im Physikunterricht. Aus diesem Grund entstehen verschiedene Lernschwierigkeiten (Duit 2002, S.1).

Die Ziele und Inhalte eines Physikunterrichts sollten daher die Fehlvorstellungen der SchülerInnen berücksichtigen und diese als Ausgangsbasis zur Kenntnis nehmen. Um eine feste und korrekte Vorstellung zu bestimmten Fachbegriffen aufzubauen, gilt es, die Fehlvorstellungen zu dekonstruieren und mit neuem Wissen zu ersetzen (Duit, S. 1f.). Diese Meinung ist nicht neu. Diesterweg (1835) formulierte diesen Standpunkt mit ähnlichen Worten: „ Ohne die Kenntnis des Standpunktes des Schüler ist keine ordentliche Belehrung desselben möglich“ (Kircher, 2002, S. 6). Duit (Kirche, 2002, S.5) betont zudem, dass das Lernen durch eine aktive Teilnahme der SchülerInnen an diesem Prozess und nicht als „passive Übernahme und Speicherung von Wissen“ passieren soll.

Während Alltagsvorstellungen der SchülerInnen und daraus folgende Lernschwierigkeiten in internationalen Forschungsarbeiten umfangreich untersucht und definiert wurden, stellte sich die Suche nach geeigneter Fachliteratur in Weißrussland bzw. in dem russischsprachigen Raum erheblich schwieriger dar. Das wichtige Ergebnis zu diesem Thema beschreibt Wodzinski (Müller, Wodzinski, Hopf, 2004, S.26) nach Niedderer und Schecker (1992):

1. *„Schülervorstellungen sind sehr resistent gegen Veränderungen.*
2. *Bereichsspezifische Untersuchungen zeigen international ähnliche Ergebnisse.*
3. *Es gibt eine begrenzte Anzahl an grundlegenden alternativen Konzepten, die das Schülerverhalten in verschiedenen Situationen hinreichend erklären.*
4. *Schüler aktivieren unterschiedliche Konzepte in Situationen, die für Physiker äquivalent sind.*

5. *Schüler passen ihre Konzepte der jeweiligen Situation an.*
6. *Schüler beobachten und argumentieren kontextabhängig. Das bedeutet, durch Experimente lassen sie sich nur begrenzt überzeugen.“*

Diese Befunde lassen feststellen, dass sich die Fehlvorstellungen der SchülerInnen trotz ihrer Stabilität mit Hilfe von verschiedenen Methoden während des Physikunterrichts ändern lassen. In der Fachliteratur gibt es umfangreiches Material zu unterschiedlichen Konzepten bzgl. der Gestaltung des Physikunterrichts (vgl. z.B. die Arbeiten von Duit, Rhöneck, etc.), das individuelle Bedürfnisse, Interesse und Motivation der Schülergruppen berücksichtigt. In der vorliegenden Arbeit wird dieser Themenbereich nicht betrachtet.

Die empirischen Studien zu Schülervorstellungen zeigen, dass viele SchülerInnen Basisbegriffe und physikalische Zusammenhänge bei der Bearbeitung der Aufgaben nach dem Physikunterricht nicht richtig verwenden (Kircher, Schneider (Hrsg.), 2002, S.303f.). Hans und Draxler (2002) stellten zum Beispiel fest, dass viele SchülerInnen bei der Lösung verschiedener Aufgaben in einer neuen Situation, also unabhängig von Leistungsüberprüfungen im regulären Physikunterricht, auf ihre Alltagsvorstellungen zurückgreifen. In den letzten 30 Jahren wurden typische Schülervorstellungen mit Hilfe verschiedener Tests untersucht und konkretisiert. Ausgewählte Tests werden im Kapitel 2.1.1 genauer beschrieben.

1.3 Forschungsfragen

Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit stehen fünf zentrale Forschungsfragen. Diese sind:

- Wie hoch ist die Nachhaltigkeit des Gelernten bei den SchülerInnen nach mindestens sechs Monaten nach der Bearbeitung der Themen im Themenbereich der Elektrizitätslehre in beiden Ländern?
- Welche Gemeinsamkeiten und/oder Unterschiede bzgl. der Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre lassen sich in Hessen und Weißrussland erkennen?

| Einleitung

- Inwiefern gelingt es den SchülerInnen aus den beiden Ländern, zweistufige Fragestellungen korrekt zu lösen?
- Inwiefern treten verschiedene Fehlvorstellungen im Themenbereich der Elektrizitätslehre bei den hessischen und weißrussischen SchülerInnen auf?
- Wie würden die an der Studie beteiligten Lehrkräfte die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit aus ihrer jeweiligen Perspektive erklären?

2 Methodische Umsetzungen

Um die obengenannten Ziele zu erreichen bzw. die Forschungsfragen datenbasiert zu beantworten, kamen in der vorliegenden Arbeit sowohl quantitative als auch qualitative Methoden zum Einsatz. Konkret handelt es sich um die Erfassung quantitativer Daten mit Hilfe eines Tests bei den SchülerInnen des gymnasialen Zweigs in ausgewählten Schulen in Weißrussland und Hessen sowie um die Erfassung qualitativer Daten in Form von Interviews mit LehrerInnen der befragten SchülerInnen in den beiden Ländern.

Nachfolgend werden alle Forschungsschritte in der chronologischen Reihenfolge beschrieben und mit Blick auf wichtige methodologische Gesichtspunkte erläutert. Demzufolge wurde in einem ersten Arbeitsschritt definiert, mit welchem Erhebungsinstrument eine sinnvolle Datenerhebung in beiden Ländern möglich ist. Der identifizierte Test wird nachfolgend vorgestellt und seine Auswahl detailliert begründet. In einem zweiten Arbeitsschritt war es besonders wichtig, die Schulen in beiden Ländern nach konkreten Kriterien zu definieren, zu kontaktieren und zu motivieren, sich an dieser vergleichenden empirischen Studie zu beteiligen. Diese Prozesse werden insbesondere mit Blick auf die Auswahlkriterien und die Organisation der praktischen Umsetzung beschrieben. Anschließend wird darauf eingegangen, wie die quantitativen Daten erhoben, aufbereitet und ausgewertet wurden. Dabei erfolgt eine präzise Beschreibung der praktischen und methodologischen Umsetzung dieser Arbeitsschritte. Abschließend wird beschrieben und begründet, warum der Einsatz qualitativer Methoden – hier face-to-face Leitfadeninterviews – für ein besseres Verständnis des Untersuchungsgegenstands notwendig war und wie die Interviews methodologisch umgesetzt waren.

2.1 Quantitative methodische Vorgehensweise

2.1.1 Das Erhebungsinstrument

In den letzten 30 Jahren wurden unterschiedliche Untersuchungen zu Schülervorstellungen durchgeführt, um die Basiskonzepte der Elektrizitätslehre zu erforschen. Bei der Sichtung der Fachliteratur bzw. bei der Suche nach

einem passenden Erhebungsinstrument wurde festgelegt, dass die Testinstrumente mit ausschließlich Multiple-Choice-Aufgaben keine weitere Berücksichtigung in der vorliegenden Studie finden. Im Rahmen einer empirischen Untersuchung mit Hilfe von Multiple-Choice-Aufgaben besteht nämlich die Gefahr, dass die Testaufgaben durch Raten ohne bestimmtes physikalisches Wissen richtig gelöst werden können. Insofern liegt die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Lösung bei einer Fragestellung mit vier Antwortmöglichkeiten bei 25%. Bei nur drei Antwortmöglichkeiten erhöht sich die Ratenwahrscheinlichkeit auf ca. 33%.

Demzufolge wurden nur zwei der bekanntesten Tests genauer in den Blick genommen und auf ihre Verwendung im Rahmen der geplanten internationalen Untersuchung hin betrachtet. Diese sind die Erhebungsinstrumente von Christof v. Rhöneck (1986) und von Urban-Woldron (2012). Nachfolgend werden diese kurz beschrieben und mit einander verglichen.

Der Test von Rhöneck (1986) ist einer der bekanntesten Tests zu Schülervorstellungen vom elektrischen Stromkreis im deutschsprachigen Raum. Dieser Test wurde in den 80er Jahren entwickelt und in drei europäischen Ländern - Schweden, Frankreich und Deutschland - mit insgesamt 414 Zehntklässlern erprobt. Bestehend aus insgesamt zwölf Fragen beinhaltete dieser Test Aufgaben zum Verständnis solcher Begriffe wie Strom, Spannung und Widerstand (Rhöneck, 1986, S. 10-14). Sechs von diesen 12 Aufgaben wurden als Multiple-Choice-Aufgaben mit jeweils nur einer richtigen Antwortmöglichkeit formuliert. Die Beantwortung von vier anderen Fragestellungen erforderte Kenntnisse zu elementarem physikalischem Wissen sowie die Verwendung solcher Messinstrumente wie Amperemeter oder Voltmeter. Für die Beantwortung von zwei Fragen war zudem vorausgesetzt, dass die SchülerInnen ihre Antworten durch eine Begründung erklären können. Demzufolge war es mit Hilfe dieses Tests möglich, nicht nur das Schülerwissen über solche Begriffe wie Strom und Spannung zu untersuchen, sondern auch die Schülervorstellungen zu Stromverbrauch sowie lokaler und sequentieller Argumentation zu definieren. Dabei analysiert Rhöneck die erhobenen Daten ausschließlich nach Lösungshäufigkeiten der richtigen Antworten der SchülerInnen und berichtet nicht über die Ergebnisse

differenziert nach Ländern. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass mit Hilfe dieses Erhebungsinstruments zwar die Häufigkeiten der treffenden Schülervorstellungen zum einfachen Stromkreis überprüft wurden; die Zusammenhänge zwischen den verwendeten Begriffen zum elektrischen Strom blieben jedoch unberücksichtigt. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass sich eine objektive Überprüfung der Angaben der SchülerInnen zu offenen Fragestellungen im Rahmen einer internationalen Studie als besonders schwierig darstellen könnte. Daher wurde von der Verwendung dieses Erhebungsinstruments in der vorliegenden Studie Abstand genommen.

Die zweite relevante Studie, die im deutschsprachigen Raum bereits durchgeführt und in der Fachliteratur ausführlich beschrieben wurde, wurde von Urban-Woldron (2012) in Österreich umgesetzt (Urban-Woldron, Hopf, 2012, S. 213-215). Dieser Test wurde unter insgesamt 422 SchülerInnen – 225 Mädchen und 197 Jungen – in vier Schulformen – Hauptschule/Kooperative Mittelschule, Allgemeinbildende Schule, Polytechnische Schule, Berufsbildende höhere Schule – getestet. Die Untersuchung fand statt kurz nachdem das Thema “Elektrizitätslehre” in der jeweiligen Schule im Unterricht behandelt wurde.

Im Erhebungsinstrument von Urban-Woldron werden die Vorstellungen der SchülerInnen zu Stromverbrauch, konstantem Batteriestrom, lokaler und sequentieller Vorstellung, systemischem Charakter eines Stromkreises sowie zu Parallelschaltungen in Schaltskizzen erhoben. (Urban-Woldron, Hopf 2012, S.211). Der Test besteht insgesamt aus 22 Fragestellungen (nachfolgend Items genannt), darunter aus 14 einstufigen Items, sieben zweistufigen Items und einem dreistufigen Item. Drei dieser Items – Nummer 2, 13 und 16 – wurden aus dem Test von Rhöneck übernommen. Bei der Beantwortung der einstufigen Fragestellungen ist es nötig, nur eine richtige Antwort zu identifizieren. Bei der Beantwortung der zweistufigen Items ist es erforderlich, sowohl eine richtige Antwort als auch eine korrekte Erklärung für die Auswahl aus mehreren Antwortmöglichkeiten anzugeben. Durch dieses Verfahren wird die Ratewahrscheinlichkeit bei der Bearbeitung des Fragebogens erheblich reduziert. Zudem wird sichergestellt, dass die SchülerInnen die gestellten Fragestellungen erst dann richtig beantworten können, wenn sie über stabile

Kenntnisse zu Zusammenhängen zwischen verschiedenen Basisbegriffen der Elektrizitätslehre verfügen. In ihrer Studie hat Urban-Woldron zudem notwendige methodologische Vorarbeiten geleistet, um die Schülervorstellungen bzw. verschiedene Fehlvorstellungen zur Elektrizitätslehre statistisch zu analysieren. Diese sind in Tabelle 1 detailliert dargestellt.

Tabelle 1: Kategorisierung bekannter Schülervorstellungen

Schülervorstellung	Abkürzung	Beschreibung
Strom wird verbraucht	SV	Vorstellung, dass der Strom in der Batterie gespeichert ist, dann zur Lampe fließt und dort schließlich zumindest teilweise verbraucht wird.
Batterie als konstante Stromquelle	BS	Die Batterie wird als Quelle für einen konstanten Strom gesehen. Bei der Entwicklung eines Verständnisses zum elektrischen Widerstand, sowie beim Erfassen eines Stromkreises als System kann sich diese Vorstellung hinderlich auswirken.
Inverse Widerstands- vorstellung	IR	Bei einer Vergrößerung des Widerstands in einer Schaltung erhöht sich auch die Stromstärke durch diesen Widerstand.
Stromstärke ist unabhängig von R	UR	Die Veränderung eines Widerstandes wirkt nicht auf Stromstärke.
Stromverbrauch ist proportional zu R	PR	Typische Fehlvorstellung für Reihenschaltung ist meist die mit der Stromverbrauchsvorstellung verknüpfte sequentielle Argumentation, dass die Stromstärke bei Vergrößerung des Widerstands kleiner wird, da ein größerer Widerstand mehr Strom verbraucht.
Lokales Denken	LD	An einem Verzweigungspunkt wird eine Aufspaltung des Stromes in gleiche Teile erwartet. Damit wird die Stromstärke nicht als Folge der vorhandenen Widerstände und der anliegenden Spannungen gesehen.
Sequentielle Argumentation	SA	Wird in einer Reihenschaltung ein Widerstand geändert, so wirkt sich das auf die Stromstärke „vor“ diesem Widerstand nicht aus, sondern nur auf die Stromstärke „nach“ dem Widerstand.
Erfassen von Parallelschaltungen	PS	Parallel geschaltete Widerstände müssen im Schaltbild auch tatsächlich parallel zueinander gezeichnet sein, damit sie als solche erkannt werden

Quelle: Urban-Woldron, Hopf 2012, S. 209.

Nachdem die Teste von Rhöneck (1986) und Urban-Woldron (2012) auf ihre Vor- und Nachteile hin analysiert wurden, wurde festgelegt, die geplante empirische Untersuchung mit Hilfe des Testinstruments von Urban-Woldron (2012) durchzuführen. In Hessen wurde der Fragebogen in seiner Originalfassung verwendet. Für die Untersuchung in Weißrussland wurde der Fragebogen aus dem Deutschen ins Russische übersetzt und von einer russischsprachigen, in Deutschland tätigen Physik- und Deutschlehrerin überprüft.

2.1.2 Datenerhebung

Die Umsetzung der Studie erfolgte in acht Klassen an sechs hessischen Gymnasien und in sechs Klassen an zwei weißrussischen Gymnasien. Bei der Auswahl der zu beteiligenden Schulen in Weißrussland war die Bereitschaft der LehrerInnen, an einer internationalen vergleichenden Studie mitzuwirken, besonders wichtig. Da solche Untersuchungen in den weißrussischen Schulen selten stattfinden, war es z.B. nötig, die Ziele und Aufbau der Studie durch mehrere persönliche Kontakte zu Lehrkräften und Schulleitungen zu erläutern. Im Endeffekt zeigten die weißrussischen LehrerInnen großes Interesse an den Ergebnissen der Studie. Bei der Auswahl der hessischen Schulen war nicht nur die Bereitschaft der Lehrkräfte wichtig, sondern auch eine Genehmigung der SchulleiterInnen und der Eltern bzw. Erziehungsberechtigten. Die Herstellung des Kontakts zu den zu untersuchenden Schulklassen erfolgte mit der Unterstützung von Professor Dr. Thomas Wilhelm, geschäftsführender Direktor des Institutes für Didaktik der Physik an der Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Frau Heidelies Bierbach-Müller vom Landesschulamt Gießen.

Mit dem Ziel, die erworbenen Kenntnisse der SchülerInnen zum Thema Elektrizitätslehre zu testen, fand die Erhebung der Daten jeweils mindestens sechs Monate nach der Behandlung des Themas in der jeweiligen Klasse bzw. Schule statt. Insofern beteiligten sich an der Studie insgesamt 154 Schüler/innen aus Hessen und 145 Schüler/innen aus Weißrussland. Da einzelne SchülerInnen an den Erhebungstagen in der jeweiligen Schule nicht anwesend waren, entsprechen diese Zahlen den Rücklaufquoten von 86% in Hessen und 93% in Weißrussland.

In jeweils zwei Klassen in Hessen und Weißrussland wurde der Test persönlich von der Autorin der vorliegenden Studie angeleitet. Dabei konnten alle Teilnehmenden den Test ohne eine Zeitbegrenzung bearbeiten und durften keine Hilfsmittel wie z.B. Bücher, Handys oder Hefte nutzen. Die Erhebung der Daten erfolgte in einer anonymen Form. Die SchülerInnen wurden lediglich gebeten, die Zeit der Bearbeitung auf ihrem Bogen zu vermerken. Die Bearbeitung des Testes dauerte den Angaben der SchülerInnen zufolge zwischen drei und 50 Minuten und betrug im Durchschnitt 15,6 Minuten.

2.1.3 Datenaufbereitung und –auswertung

Die Aufbereitung der Daten erfolgte in mehreren Schritten. In einem ersten Schritt wurden die Angaben der SchülerInnen nach einem Codeschema in eine Exceltabelle eingegeben. Dabei wurden lediglich die Angaben der Testpersonen berücksichtigt und nicht die Richtigkeit der gelösten Aufgaben. Anschließend wurden die Angaben der SchülerInnen nach richtigen – hier als 1 – und falschen – hier als 0 – Angaben recodiert und als neue Variablen gespeichert. Fehlende Angaben wurden ebenfalls mit einer null versehen. Die zweistufigen Items wurden nur dann als richtig codiert, wenn die beiden Teile einer Fragestellung bzw. Stufen richtig beantwortet wurden. Alle anderen Antwortkombinationen, wie z.B. richtig-falsch, falsch-richtig oder falsch-falsch sowie mehrere Antworten wurden als falsch bzw. null recodiert. Demzufolge können bei einer richtigen Beantwortung aller Fragestellungen maximal 22 Punkte erreicht werden.

Die in Excel eingegebenen und recodierten Daten wurden anschließend in eine SPSS Datenmaske überführt und mit Hilfe von uni- und bivariaten statistischen Verfahren ausgewertet (Krapp, Nebel, 2011). Zunächst erfolgte die Analyse der erreichten Punktzahlen der SchülerInnen differenziert nach Ländern und nach den beteiligten Schulen. Dadurch, dass sich die erhobenen Daten in Hessen einzelnen Klassen zuordnen ließen, wurden die Testergebnisse der deutschen Teilnehmenden differenziert nach Klassen analysiert.

Danach erfolgte eine detaillierte Analyse der Lösungshäufigkeiten bezüglich einzelner Items. Von Interesse waren dabei nicht nur die Frage nach „einfachen“ und „schwierigen“ Aufgaben, sondern auch die Frage nach

verschiedenen Antwortkombinationen bei den zwei- und dreistufigen Items. Diese wurden insbesondere mit Blick auf bekannte Schülervorstellungen zu Elektrizitätslehre untersucht und differenziert nach den Ergebnissen unter den deutschen und weißrussischen SchülerInnen beschrieben. Dieser Analyse lagen die Antwortkombinationen von Urban-Woldron (2012) zur Grunde. Da die letzte Testversion von dieser Forscherin, die in dieser Studie verwendet wird, nun aus 22 statt 30 Fragen besteht, wurden bei der Auswertung der Daten nur die folgenden Schülervorstellungen geprüft:

- Strom wird verbraucht;
- Batterie als konstante Stromquelle;
- Inverse Widerstandsvorstellung;
- Strom ist proportional zum Widerstand;
- Sequentielle Argumentation;
- Probleme mit Parallelschaltung.

Trotz einer explizierten Anweisung der Forscherin bzgl. der Auswertung der Antwortkombinationen, kam es bei der Analyse von zwei Konstrukten zu Schwierigkeiten. Da vier Items der angewendeten Testversion – Nummer 10, 15, 25 und 29 – als einstufige Fragestellungen formuliert wurden, war die Analyse der Schülervorstellungen „Widerstand beeinflusst Stromstärke nicht“ nicht möglich. Auch das Konstrukt SA1 (Sequentielle Argumentation) wurde aus dem diesem Grund aus der Analyse ausgeschlossen.

Tabelle 2: Übersicht über die verwendeten Variablen und die daraus abgeleiteten Konstrukte

Schülervorstellungen/ Konstrukt	Beobachtete Variablen/ Items zur Berechnung
SV / Strom wird verbraucht	SV1 = 1 für a5b2 bei Item 11 SV2 = 1 für a1b2 bei Item 2 SV3 = 1 für a1b2 bei Item 4 SV4 = 1 für a3b2 bei Item 28 SV5 = 1 für a1b2 bei Item 22
BS / Batterie als konstante Stromquelle	BS1 = 1 für a3b4 bei Item 3 BS2 = 1 für a2b2c2 bei Item 27 BS3 = 1 für a2b2 bei Item 23 BS4 = 1 für a2b2 bei Item 6
UR / Widerstand beeinflusst Stromstärke nicht	UR1 = 1 für b2 bei Item 29 und b2 bei Item 25 UR2 = 1 für a2 bei Item 10 und a2 bei Item 15 UR3 = 1 für a2 bei Item 10 und b2 bei Item 25 UR4 = 1 für a2 bei Item 15 und b2 bei Item 29
IR / Inverse Widerstandsvorstellung	IR1 = 1 für a1b3 bei Item 3 IR2 = 1 für a1b1 bei Item 23 IR3 = 1 für a1b4 bei Item 6
PR / Stromverbrauch ist proportional zum Widerstand	PR1 = 1 für a3b4 bei Item 23 PR2 = 1 für a3b4 bei Item 6 PR3 = 1 für a2b3 bei Item 3
LD / Lokales statt systematisches Denken	LD1 = 1 für $I_1 = 0,3A$, $I_2 = 0,3A$ und $I_3 = 0,6A$ bei Item 16 LD2 = 1 für a2 bei Item 7 LD3 = 1 für a3 bei Item 24
SA / Sequentielle Argumentation	SA1 = 1 für (a2 bei Item 10, b2 bei Item 29, a1 bei Item 15 und b3 bei Item 25) oder (a1 bei Item 10, b3 bei Item 29, a2 bei Item 15 und b2 bei Item 25) SA2 = 1 für (a1 bei Item 2 und a2 bei Item 13) SA3 = 1 für a2b3c4 bei Item 27 SA4 = 1 für a1 oder a2 bei Item 26
PS / Probleme mit Parallelschaltungen	PS1 = 1 für a2 oder a3 oder a4 bei Item 9 PS2 = 1 für a2 bei Item 20 PS3 = 1 für a1 oder a2 oder a3 oder a5 bei Item 14 PS4 = 1 für a2 oder a3 oder a4 bei Item 30

Quelle: Urban-Woldron, Hopf, 2012, S. 221.

Bei der Auswertung der Schülervorstellung „Strom wird verbraucht“ wurde das Problem so gelöst, dass das entsprechende Konstrukt SV1 wegen des fehlenden Items 11 in dem aktuellen Erhebungsinstrument nur mit vier anderen Konstrukten SV2, SV3, SV4, SV5 analysiert wurde.

Das Konstrukt „Lokales statt systematisches Denken“ wurde mit allen treffenden Antworten ausgewertet. Bei der Datenauswertung wurden allerdings teilweise nicht eindeutige Ergebnisse gewonnen. Deswegen wurde für das Item 16 eine zusätzliche Analyse durchgeführt. Darüber hinaus wurden alle Angaben der SchülerInnen nochmals recodiert: fehlende Angaben wurden als null codiert, richtige Angabe wurde als eins codiert, die Antwortkombination $I_1 = 0,6 \text{ A}$, $I_2 = I_3 = 0,3 \text{ A}$ als drei usw. Nur durch diese zusätzliche Codierung war eine Auswertung der Schülervorstellung in beiden Ländern über lokale Argumentation möglich.

Um festzustellen, ob und inwiefern die o.g. Schülervorstellungen (siehe Tabelle 2) zur Elektrizitätslehre bei den befragten SchülerInnen eintreten, wurden die erhobenen Daten nach verschiedenen Mustern ausgewertet. Demzufolge wurden für die von Urban-Woldron definierten Schülervorstellungen auf Basis der Schülerangaben je eine neue Variable (z.B. SV1, SV2, etc.) gebildet. Trat eine Fehlvorstellung bei einer Testperson ein, so wurde diese mit einer 1 codiert. Während zur Feststellung der Schülervorstellungen zu einem bestimmten Begriff wie z.B. „Strom wird gebraucht“ bis zu fünf Antwortkombinationen (von SV1 bis zu SV5) vorgegeben wurden, konnte bereits bei dem Eintreten nur einer Antwortkombination (z.B. SV1) eine Fehlvorstellung vermutet werden. Nachdem alle Antwortkombinationen statistisch geprüft und codiert waren, wurden die Anteile an SchülerInnen berechnet, bei denen verschiedene Fehlvorstellungen eintraten. Dabei wurde es ermittelt, wie viele SchülerInnen verschiedene Fehlvorstellungen wie z.B. "Strom wird verbraucht“ zeigten. Das "Zeigen" bedeutet dabei, dass diese Vorstellung vielleicht nur anhand einer Antwortkombination bzw. einem Konstrukt festgestellt wurde. Gleichzeitig heißt es nicht, dass dies so eine feste Vorstellung ist, dass danach konsequent im ganzen Test geantwortet wurde. Demzufolge wird hier nicht analysiert, ob

die geprüften Vorstellungen bei einer Person nur einmal oder mehrmals eingetreten sind.

2.2 Qualitative methodische Vorgehensweise

Nachdem die Testergebnisse der SchülerInnen ausgewertet und in einer graphischen Form aufbereitet wurden, wurden zehn LehrerInnen aus den an der Studie beteiligten Schulen in Hessen und Weißrussland erneut kontaktiert und um ein kurzes Interview gebeten. Drei Lehrkräfte aus Hessen (zwei Männer und eine Frau) und zwei Lehrkräfte aus Weißrussland (ein Mann und eine Frau) haben sich schließlich für ein Interview bereit erklärt.

Die Interviews wurden mit den Zielen durchgeführt, die Ergebnisse der Studie mit den beteiligten Lehrkräften zu diskutieren und die gewonnenen Erkenntnisse zu Schülervorstellungen vertiefend zu reflektieren. Darüber hinaus war es für die Interpretation der quantitativen Befunde wichtig, etwas mehr über die Gestaltung des Physikunterrichts sowie die Motivation der SchülerInnen aus der Sicht der LehrerInnen zu erfahren. Die Interviews wurden in den Räumlichkeiten der jeweiligen Schule individuell durchgeführt und auf Tonband aufgenommen. Diese dauerten zwischen 38 und 53 Minuten. Dabei handelte es sich um die Mathematik- und PhysiklehrerInnen, die über unterschiedliche Berufserfahrungen verfügten. Insofern waren die befragten Lehrkräfte aus Hessen QuereinsteigerInnen, die zwischen zwei und sechs Jahren (durchschnittlich 4 Jahren) in ihren Schulen tätig waren. In Weißrussland handelte es sich hingegen um zwei aufs Lehramt studierte Lehrkräfte, die jeweils über 16 Jahre Berufserfahrung verfügten.

Bestehend aus insgesamt 17 Fragen, wurde der Leitfaden für die Interviews in fünf Themenbereiche gegliedert. Zu Beginn der Interviews wurden die Befragten gebeten, sich kurz vorzustellen sowie über ihre Ausbildung und Berufserfahrung zu erzählen. In einem zweiten Teil ging es um die Einschätzungen der LehrerInnen bezüglich des Schwierigkeitsgrads des eingesetzten Tests. Dabei wurden sowohl die einzelnen Items als auch die Gestaltung des Tests besprochen. In einem dritten Teil der Diskussion wurden die Motivation der SchülerInnen sowie mögliche Schwierigkeiten bei der Lösung verschiedener Aufgaben in den Blick genommen. Anschließend

wurden den Befragten die Ergebnisse der Studie in einer graphischen Form differenziert nach Klassen vorgelegt. Die Klassen waren dabei anonymisiert. Die Aufgabe der Befragten bestand darin, ihre Klasse zu identifizieren und ihre Wahl zu begründen. Im letzten Teil der Interviews wurden explizit die Fragen zum Thema „Elektrizitätslehre“ in der Sekundarstufe I sowie verschiedene Schülervorstellungen ausführlich diskutiert. Die aufgenommenen Interviews wurden transkribiert und zur Interpretation der quantitativen Daten in Form von Zitaten aufbereitet (Dresing, Pehl, 2013, S.17 ff).

Leitfaden zum Lehrerinterview

Vorstellung der Lehrkraft: Fächer, Erfahrung in der Schule, Klasse.

1. Fragen über den Test.

- Wie bewerten Sie die Schwierigkeit des Tests? (sehr leicht, leicht, schwer, sehr schwer)
- Welche Fragen sind Ihrer Meinung nach schwer zu beantworten?
- Können Sie diesen Test in Ihrem Alltagsunterricht einsetzen? Wenn ja, in welcher Unterrichtsphase?

2. Fragen über die SchülerInnen.

- Inwiefern waren Ihre SchülerInnen motiviert, diesen Test zu bearbeiten?
- Welche Schwierigkeiten hatten sie mit dem Test?
- Wie viel Zeit benötigten Ihre SchülerInnen durchschnittlich, um den Test zu lösen?
- Hat die Anonymität des Testes eine Auswirkung auf die Ergebnisse?

3. Besprechung der Ergebnisse.

- Schätzen Sie bitte ein, wie viele Fragen Ihre SchülerInnen richtig beantwortet haben, also in Prozent? (Nachdem eine Einschätzung gemacht wird, wird den Interviewten die 1. Abbildung gezeigt.)
- Haben Sie wahrgenommen, ob bestimmte Fragen zu schwierig oder vielleicht ganz einfach für Ihre SchülerInnen waren? (Nachdem eine Einschätzung gemacht wird, wird den Interviewten die 2. Abbildung gezeigt.)
- Hier auf der 3. Abbildung sind die Ergebnisse der einzelnen Klassen dargestellt. Haben Sie solche Ergebnisse erwartet?

- Mit welchen Fehlvorstellungen der SchülerInnen waren Sie schon im Rahmen des Physikunterrichts konfrontiert?

Fragen über das Thema.

- Wie viele Unterrichtsstunden planen Sie für das Thema ein?
- Wie oft setzen Sie Tests im Unterricht ein?
- Welche Lernschwierigkeiten haben Ihre SchülerInnen mit diesem Thema?
- Welche Begriffe sind schwer zu verstehen?
- Welche Methodik und Didaktik zu diesem Thema benutzen Sie meistens?
- Wie oft benutzen Sie die Lehrbücher im Unterricht?

Abbildung 1: Wie viele SchülerInnen haben welches Item richtig gelöst?

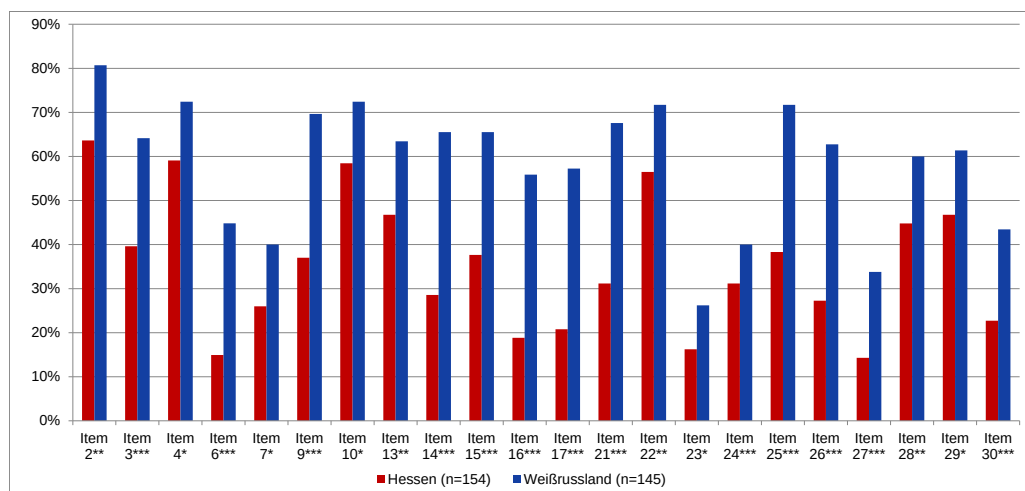


Abbildung 2: Wie viele SchülerInnen haben wie viele Items richtig gelöst?

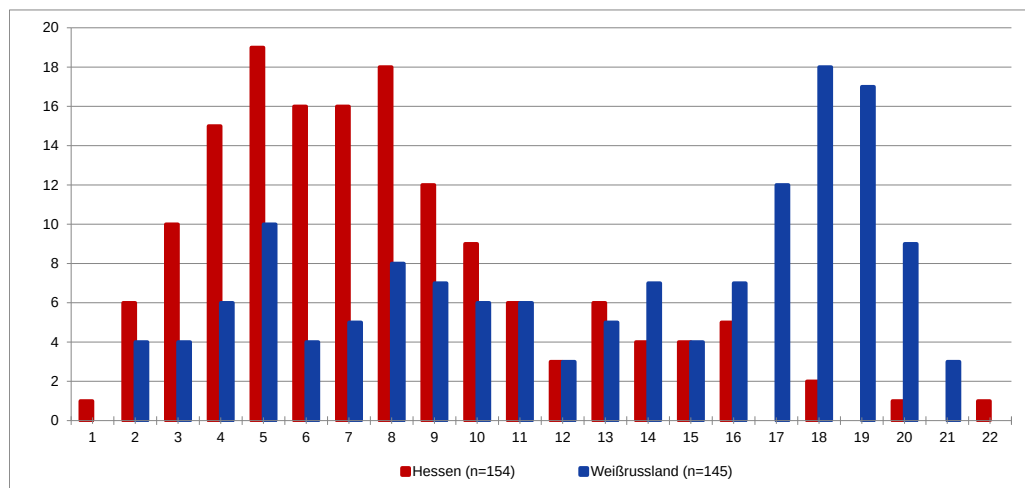
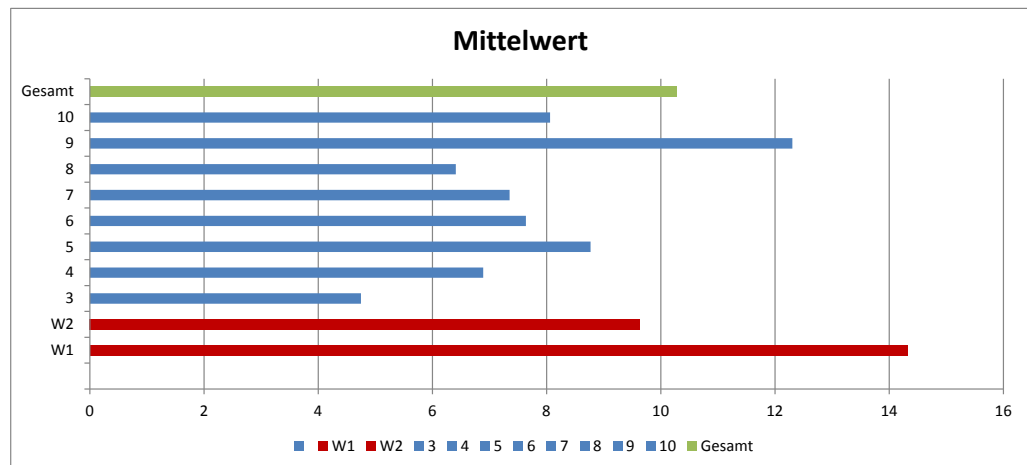


Abbildung 3: Mittelwert der richtigen Antworten nach einzelnen Klassen in Hessen und Schulen in Weißrussland



3 Ausgangslage

In diesem Kapitel erfolgt die Darstellung der Besonderheiten von Bildungssystemen in Hessen und Weißrussland. Zunächst werden diese nach bestimmten Kriterien beschrieben und miteinander verglichen. Danach werden die gymnasialen Schulformen in beiden Ländern in den Blick genommen. Hier handelt es sich konkret um die Beschreibung der Ziele und die Gestaltung der Gymnasien. Anschließend wird die Teilnahme der SchülerInnen an ausgewählten nationalen und internationalen Untersuchungen, wie z. B. PISA, dargelegt.

3.1 Vergleich der hessischen und weißrussischen Bildungssysteme

Da die empirische Studie nur in den hessischen Gymnasien durchgeführt wurde, wird in diesem Abschnitt das Bildungssystem in Deutschland ausschließlich mit Fokus auf Hessen dargestellt und mit dem weißrussischen Bildungssystem verglichen.

Aufgrund der föderalistischen Staatsordnung gemäß dem deutschen Grundgesetz vom 23.05.1949 bestimmt jedes Bundesland in Deutschland seine eigene Schulpolitik (Grundgesetz, Art. 7). Die Bildungspolitik wird von der Kultusministerkonferenz koordiniert und durch Bildungsstandards konkretisiert. Zu den weiteren wichtigen Aufgaben der Kultusministerkonferenz gehören auch die Vergleichbarkeit der Abschlüsse und die Sicherung von Qualitätsstandards. Die Bildungsstandards sind für alle Länder verbindlich. Darüber hinaus werden durch die Kultusministerkonferenz verschiedene Kompetenzen definiert, die die SchülerInnen zu verschiedenen Zeitpunkten des Bildungswegs erreichen sollen. Einzelne Schulen konkretisieren die Kerncurricula in einem Schulcurriculum. Anhand von länderübergreifenden Vergleichsuntersuchungen zu bestimmten Zeiten wird überprüft, inwieweit die Bildungsziele erreicht werden (Hessisches Kultusministerium, 2015). Insgesamt lässt sich feststellen, dass das Schulsystem in Hessen unter der Berücksichtigung vieler Gesichtspunkte, Meinungen und Interessen zahlreicher Akteure entwickelt wurde. Die Bildungsinhalte sowie die anzueignenden Kompetenzen der SchülerInnen

wurden im Rahmen der Leistungsanforderungen zu verschiedenen Bildungswegen vom Kultministerium festgelegt. Den Schulen bzw. den einzelnen Lehrkräften wird hingegen überlassen, über die Zahl der dafür aufzuwendenden Unterrichtsstunden, die auszuwählenden Methoden, Themen sowie ihre Reihenfolge zu entscheiden.

Weißrussland ist eine ehemalige Republik der UdSSR. Seit dem Jahr 1991 ist es politisch unabhängig und definiert daher das eigene Bildungssystem selbstständig. Nur zu Beginn der Unabhängigkeit wurden die Bildungsstandards des sowjetischen Schulsystems übernommen. In den nachfolgenden Jahren wurde das weißrussische Bildungssystem sukzessive modernisiert und fortentwickelt. Trotz politischer Veränderungen wurde das weißrussische Schulsystem weiterhin zentriert und maßgeblich durch den Staat definiert. Im Gegensatz zu Hessen werden die Lernziele, die Anzahl und der Inhalt der Unterrichtsstunden für die einzelnen Themen sowie die Themenreihenfolge durch das Bildungsministerium für alle Schulen einheitlich festgelegt und systematisch kontrolliert (Belarus- secondary education, 2011).

Im nächsten Kapitel werden Unterschiede hinsichtlich der Unterrichtung des Themas „Elektrizitätslehre“ in den beiden Ländern exemplarisch dargestellt.

Ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Schulsystemen besteht hinsichtlich der Dauer und Gestaltung der Schulferien. Die Schulferien in Hessen dauern insgesamt 75 Werktagen pro Schuljahr. Die Verteilung der Ferientermine über ein Schuljahr hinweg sowie die Sommerferien werden im Rahmen der Zusammenarbeit der Bundesländer und der Kultusministerkonferenz für alle 16 Länder vereinbart (Hessisches Kultusministerium, 2015). Dabei werden nicht nur pädagogische Gesichtspunkte, sondern auch solche Aspekte wie Verkehrsentszerrung, die Entlastung der Feriengebiete, etc. berücksichtigt. In Weißrussland finden die Schulferien hingegen immer an gleichen Kalendertagen bzw. Kalenderwochen statt. Insofern fängt ein Schuljahr immer am 1. September an und endet am 30. Mai des jeweiligen Kalenderjahres. Laut des Bildungsministeriums dauern die Sommerferien für die SchülerInnen bis zum achten Jahrgang zwölf Wochen und für die SchülerInnen des neunten Jahrgangs zehn Wochen. Die Herbst-, Winter- und Frühlingsferien dauern insgesamt 30 Tage und sind auf das ganze

Schuljahr etwa gleichmäßig verteilt. Insgesamt besteht ein Schuljahr in Weißrussland aus sogenannten Vierteln. In 2015 finden das 1. Viertel vom 1. September bis zum 24. Oktober, das 2. Viertel vom 2. November bis zum 26. Dezember, das 3. Viertel vom 11. Januar bis zum 19. März, das 4. Viertel vom 28. März bis zum 31. Mai 2016 statt („Учебные четверти каникулы в 2015/2016 учебном году“, 2015). Demzufolge werden in Weißrussland im Gegensatz zu Deutschland die jeweils erreichten Kenntnisse der SchülerInnen zum Ende des jeweiligen Viertels, also vier Mal im Jahr kontrolliert und benotet.

Ein weißrussisches Schulprogramm für eine bestimmte Jahrgangsstufe soll nicht nur staatlichen Verordnungen für alle Fächer der jeweiligen Jahrgangsstufe entsprechen, sondern auch viele andere Kriterien erfüllen, die vom Gesundheitsministerium vorgeschrieben werden. Der Stundenplan soll die Gesundheit der SchülerInnen unterstützen und die psychologischen Besonderheiten des jeweiligen Alters berücksichtigen. Daher findet die maximal mögliche Anzahl an Unterrichtsstunden jeweils dienstags, mittwochs und freitags statt; die übrigen Unterrichtsstunden werden auf die anderen Wochentage verteilt. Während eines Schultages dürfen Fächer, die eine intensive Bearbeitung und Aufmerksamkeit der SchülerInnen erfordern, wie z.B. Mathematik, Russisch, Weißrussisch, Fremdsprache, Physik, nicht nacheinander unterrichtet werden. Darüber hinaus sollen diese Fächer in der jeweils zweiten, dritten oder vierten Stunde und nicht häufiger als einmal pro Woche in der ersten oder letzten Stunde unterrichtet werden. Die Durchführung der Klassenarbeiten wird ebenfalls ganz genau vorgeschrieben. Insofern ist die Bearbeitung schriftlicher Klassenarbeiten montags, freitags sowie während der letzten Unterrichtsstunden verboten. An einem Tag darf zudem nur eine Arbeit geschrieben werden (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь №206, 2012).

Trotz der beschriebenen Unterschiede zwischen den beiden Ländern hinsichtlich ihrer Bildungssysteme lassen sich auch einige Gemeinsamkeiten erkennen. Zum Beispiel ist die Einschulung sowohl im deutschen Grundgesetz als auch in der Verfassung von Weißrussland verankert. Demzufolge sind Kinder in den beiden Ländern ab dem vollendeten sechsten Lebensjahr

schulpflichtig. Die Schulsysteme in den beiden Ländern sind dreistufig. Diese Stufen sind Grundschule (vier Jahre), Sekundarstufe I (sechs Jahre in Hessen bzw. fünf Jahre in Weißrussland) und Sekundarstufe II (drei Jahre in Hessen bzw. zwei Jahre in Weißrussland). Eine allgemeine obligatorische Schulbildung in Weißrussland beträgt neun Jahre und entspricht somit einem Haupt- oder Realschulabschluss in Hessen (Belarus- secondary education, 2011). Allerdings wird die Grundschule in Weißrussland nicht getrennt von den Gymnasien und Mittelschulen organisiert wie in Hessen.

Mit dem Ziel, eigene Standards an die europäischen und internationalen Bildungsstandards anzupassen, wurden in den beiden Ländern Schulreformen umgesetzt. In Hessen wurde das achtjährige Angebot – das sogenannte G8 – in Gymnasien im Schuljahr 2005/2006 eingeführt (Hessisches Kultusministerium, 2015). Dieses Bildungssystem wird allerdings seit dem Jahr 2013 in manchen Schulen nicht mehr angeboten. Im folgenden Zitat werden die Voraussetzungen und Bedingungen für dieses Angebot detailliert dargestellt:

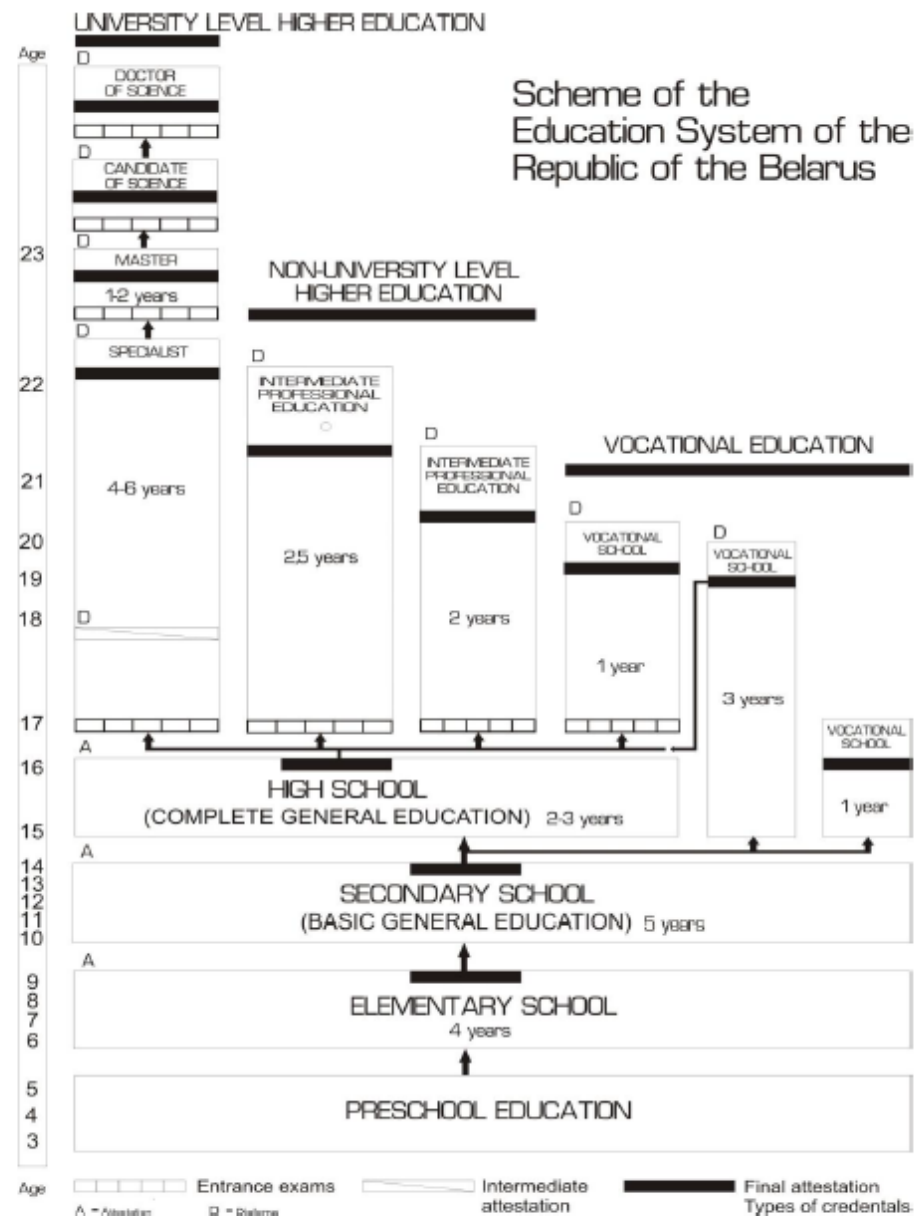
„Voraussetzungen für einen Wechsel der Jahrgangsstufen fünf bis sieben von G8 zu G9 sind ein Beschluss der aus Lehrern, Eltern und Schülern bestehenden Schulkonferenz und anschließend eine anonyme Befragung der betroffenen Eltern. Sollte das Ergebnis der Umfrage nicht einstimmig ausfallen, werden - wenn möglich - parallele Klassen mit unterschiedlicher Organisation für G8 und G9 gebildet. Wird die erforderliche Mindestzahl von 16 Schülern für wenigstens eine G8-Klasse nicht erreicht, ist ein Wechsel des Jahrgangs zu G9 ausgeschlossen. Der Vertrauensschutz müsse sichergestellt sein, sagte Kultusminister Ralph Alexander Lorz (CDU). Wer seine Gymnasiallaufbahn im G8-System begonnen habe, könne nicht gezwungen werden, zu G9 zu wechseln.“ (Euler, 2015)

Während in jeder Schule entschieden werden kann, ob nach G8- oder G9-System unterrichtet wird, werden in manchen Gesamtschulen und Gymnasien demnächst beide Bildungssysteme angeboten (Hessisches Kultusministerium, 2015). So zum Beispiel boten am Anfang des Schuljahrs 2014/ 2015 67 Gymnasien und 102 kooperative Gesamtschulen das Schulsystem G9 an; 24 Gymnasien und neun kooperativen Gesamtschulen das Schulsystem G8 in

Hessen. In 16 Gymnasien und zwei Gesamtschulen wurden parallel beide Schulsysteme G8 und G9 angeboten (Hanack, 2014)

In Weißrussland wurde das Schulsystem ebenfalls mit Blick auf die Gesamtdauer der schulischen Bildung reformiert. Dabei wurde diese im Jahr 1996 nicht wie in Deutschland verkürzt, sondern von zehn auf zwölf Jahre verlängert. Damit Lehrkräfte über mehr Möglichkeiten verfügen, Schulleistungen der SchülerInnen möglichst differenziert zu bewerten, wurde das sowjetische Bewertungssystem von maximal möglichen fünf Punkten auf maximal mögliche zehn Punkte verändert. Eine Unterrichtswoche wurde von sechs auf fünf Tagen reduziert. Samstags dürfen nur Sport- und Kulturaktivitäten stattfinden. Gleichzeitig wurden neue Schularten – Gymnasien und Lyzeen – etabliert und sukzessive ausgebaut. Zum Vergleich: Im Jahr 1999 gab es nur 73 Gymnasien mit insgesamt 69.100 SchülerInnen und 25 Lyzeen mit insgesamt 13.600 SchülerInnen. Diese Zahlen entsprechen anteilig 1,5% bzw. 0,5% aller Sekundarschulen („Belarus - Secondary Education“). Im Jahr 2013 ist die Zahl der Gymnasien und Lyzeen auf bis zu 246 Schulen gestiegen; anteilig lag diese Zahl bei 7% aller Sekundarschulen in Weißrussland („Я и общество“). Im Jahr 2008 wurde das alte Schulsystem mit insgesamt elf Jahrgängen aus wirtschaftlichen Gründen sowie aufgrund des großen Widerstands der Eltern und der Lehrkräfte (zusammen circa 65%) wiedereingeführt („Review of education sector development in Belarus“, 2009).

Abbildung 4: Struktur des Schulsystems in Weißrussland



Source: eduBelarus.info, <http://edubelarus.info/index.php?do=files&op=download&fileid=14>

Quelle: Study on teacher education for primary and secondary education in six eastern partnership countries Belarus

Im Vergleich zu Weißrussland gibt es in Hessen mehrere weiterführende Schulformen, die die SchülerInnen nach der Grundschule besuchen können. Der Besuch der fünften bis neunten bzw. zehnten Klasse entspricht der Sekundarstufe I. In dieser Schulphase werden die SchülerInnen einer Haupt- oder Realschule (5-10 Kl.), Gesamtschule (5-10 Kl.) oder Gymnasium (5-9 Kl.) zugeordnet. Die Entscheidung, in welcher weiterführenden Schulform die Kinder ihren jeweiligen schulischen Bildungsweg fortsetzen, obliegt

ausschließlich den Eltern bzw. den Erziehungsberechtigten der SchülerInnen (Verordnung zur Gestaltung des Schulverhältnisses, 2008, §1). Auffällig ist die Tendenz, dass der Anteil an SchülerInnen in Hauptschulen zu Beginn des Übergangs in weiterführende Schulen in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen ist. Nur 3% der Eltern bzw. Erziehungsberechtigten wollten im Jahr 2008, dass ihre Kinder eine Hauptschule im Anschluss an die Grundschule besuchen. Aufgrund mangelhafter schulischer Leistungen der SchülerInnen in anderen Schulformen wie z.B. Gymnasium oder Realschule, werden diese im Laufe ihres Bildungswegs trotzdem in eine Hauptschule versetzt. Dementsprechend besuchten im Schuljahr 2013/14 45 % aller SchülerInnen der fünften Jahrgangsstufe ein Gymnasium. In Bezug auf die siebte Jahrgangsstufe, in der die Elektrizitätslehre beginnt, kann für das Schuljahr 2013/14 festgestellt werden, dass 42 % aller hessischen SchülerInnen ein Gymnasium, 20 % eine integrierte Gesamtschule, 23 % eine Realschule und 9 % eine Hauptschule besuchten (Statistisches Bundesamt. Allgemeinbildende Schulen, Fachserie 11 Reihe 1 - Schuljahr 2013/14). Bis die SchülerInnen die Abschlussklassen erreichen, nimmt der Anteil an SchülerInnen an Hauptschulen bis zu circa 14% zu. Daher wurde im Jahr 2011 eine neue Schulform – die sogenannte Mittelstufenschule – durch das Hessische Kultusministerium eingeführt. Die Mittelstufenschule bietet eine gemeinsame Eingangsklasse (5./6. Kl.) und abschlussbezogene Bildungsgänge (Haupt- oder Realschule) an. Diese Schulform wurde durch die Lehrerkonferenz ohne Einbezug von Eltern bzw. Erziehungsberechtigten entschieden. Im Rahmen dieser Schulform kann man einen Hauptschulabschluss, einen qualifizierten Hauptschulabschluss oder einen mittleren Schulabschluss erreichen (Die Mittelstufenschule in Hessen, 2010, S.3 f).

An dieser Stelle ist es wichtig, die Bedeutung des mittleren Schulabschlusses in den beiden Ländern etwas detaillierter zu beschreiben. Hier ergeben sich drastische Unterschiede. In Hessen wird ein mittlerer Schulabschluss dann erreicht, wenn SchülerInnen eine Haupt-, Realschule oder die neunte Klasse des Gymnasiums beenden. Mit diesem Schulabschluss sind die SchülerInnen berechtigt, im Anschluss eine Berufsschule zu besuchen. Um an einer Hochschule zugelassen zu werden, müssen die SchülerInnen das Abitur

machen (Hessisches Kultusministerium, 2015). In Weißrussland ist ein mittlerer Schulabschluss hingegen nur nach dem elften Jahrgang möglich. Dieser wird hinsichtlich seiner Bedeutung für den weiteren Bildungsweg einem gymnasialen Schulabschluss gleichgestellt. Um an einer Hochschule zu studieren, müssen die AbiturientInnen nicht nur die Abschlussprüfungen in ihren jeweiligen Schulen, sondern auch zusätzliche Prüfungen in drei verschiedenen Fächern an Universitäten bestehen. Diese Regel wurde noch während der Zeit der Sowjetunion etabliert und besteht weiterhin fort. Im Jahr 2006 wurden nur einige Anpassungen in diesem Bereich vorgenommen. Mündliche Prüfungen werden nunmehr in einer schriftlichen Form als Testaufgaben abgefragt. Diese werden für alle Fächer entwickelt und an einem bestimmten Tag flächendeckend durchgeführt. Um Korruptionsfälle zu vermeiden, werden die Antwortbögen zudem umcodiert und mit Hilfe eines Computers ausgewertet. Zusammenfassend ermöglicht ein mittlerer Schulabschluss in Weißrussland nach erfolgreich abgelegten Prüfungen den Zugang zu einer Hochschule oder einer Universität (Study on teacher education for primary and secondary education in six eastern partnership countries Belarus).

Es ist festzustellen, dass Bildungspolitik in Weißrussland im Vergleich zu Hessen streng vom Staat geprägt und kontrolliert wird. Trotz der Reformen der 1990er Jahre ändert sich die Schulpolitik des Landes sehr langsam und entwickelt sich von europäischen Bildungsprojekten beinahe isoliert.

3.2 Beteiligung an den internationalen und nationalen Untersuchungen

Um die weiteren Unterschiede zwischen den beiden Bildungssystemen zu verdeutlichen, wird im vorliegenden Abschnitt der Arbeit die Beteiligung der SchülerInnen der beiden Länder an den nationalen und internationalen Studien dargestellt. Auf der internationalen Ebene gibt es wissenschaftliche Forschungsgruppen, die die Leistungen der SchülerInnen in verschiedenen Ländern in bestimmten Fächern untersuchen. In der vorliegenden Arbeit wurden die Ergebnisse der weltbekannten Vergleichsstudie PISA (*Programm for International Student Assessment*) in den Fokus gestellt. Die PISA-Studie wird im Auftrag der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit, Arbeit

und Entwicklung (OECD) in einem Rhythmus von vier Jahren durchgeführt. Dabei werden die Kompetenzen 15jähriger SchülerInnen in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft geprüft und dokumentiert. Vor dem Hintergrund der schlechten Ergebnisse der deutschen SchülerInnen in dieser Untersuchung im Jahr 1997, hat die Kultusministerkonferenz entschieden, regelmäßig an solchen Untersuchungen teilzunehmen und die Entwicklung des deutschen Schulsystems mit denen anderer Länder zu vergleichen. Insofern nimmt Deutschland seit dem Jahr 2000 an der PISA-Studie regelmäßig teil („Bildungsministerium für Bildung und Forschung“). Gleichzeitig wurde ein Konzept der Bildungsstandards von der Kultusministerkonferenz entwickelt, um die Schulpolitik der Bundesländer zu steuern bzw. zu verbessern.

Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich die Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre im Fach Physik untersucht werden, werden nur die Ergebnisse der deutschen SchülerInnen aus den PISA-Studien im naturwissenschaftlichen Bereich in den Blick genommen. Die statistischen Ergebnisse aus dem Jahr 2012 zeigen, dass die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der deutschen SchülerInnen im Vergleich zum Jahr 2000 deutlich verbessert wurden. Die Zahlen zeigen einen beständigen Anstieg von 487 Punkten im Jahr 2000 auf 524 Punkten im Jahr 2012 und liegen deutlich über den durchschnittlichen OECD-Mittelwert von 500 Punkten („PISA und IGLU“, 2015).

Gleichzeitig lassen sich große Unterschiede bezüglich der Schülerleistungen zwischen den verschiedenen Bundesländern feststellen. Vor diesem Hintergrund werden zusätzlich zu den internationalen Schulleistungstudien auch ländervergleichende Untersuchungen der Kompetenzen der SchülerInnen durchgeführt. Insofern wurde im Jahr 2012 eine Studie vom Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) an der Humboldt-Universität in Berlin am Ende Sekundarstufe I durchgeführt. Im Rahmen dieser Studie wurde die Frage untersucht, wie in den Bundesländern die Bildungsstandards in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik erreicht wurden. Gemäß den definierten Bildungsstandards sind die notwendigen Kompetenzen für die naturwissenschaftlichen Fächer in vier Bereiche unterteilt. Diese sind Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Im Fokus

der vorliegenden Untersuchung stehen die Bereiche des Fachwissens und der Erkenntnisgewinnung. Von besonderem Interesse ist dabei die Frage nach den Kompetenzen der SchülerInnen in dem Fach Physik. Aus der Statistik kann man deutlich erkennen, dass die SchülerInnen aus Hessen in dem Kompetenzbereich des physikalischen Fachwissens in einem durchschnittlichen Bereich liegen (Hessen: 496 Punkte, Deutschland: 500 Punkte). In Bezug auf die Skala zur Erkenntnisgewinnung lagen die hessischen SchülerInnen mit einer durchschnittlichen Punktezahl in Höhe von 492 in einem unterdurchschnittlichen Bereich (Deutschland: 500 Punkte). (Schroeders et. al, 2013, S. 148f.)

Werden insbesondere die Leistungen der GymnasiastInnen in den naturwissenschaftlichen Fächern in den Blick genommen, so berichteten Pant et al. über insgesamt unterdurchschnittliche Leistungen in Hessen. Während die Leistungsmittelwerte im Fach Physik bei Fachwissen und Erkenntnisgewinnung bundesweit bei 580 bzw. 581 Punkten lagen, schnitten die GymnasiastInnen in Hessen mit 562 bzw. 559 Punkten ähnlich wie auch die GymnasiastInnen in Bremen, Hamburg und Nordrhein-Westfalen auf mindestens drei von sechs Skalen signifikant unterdurchschnittlich ab. (Schroeders et.al, 2012, S. 151)

In Weißrussland werden hingegen die Leistungsergebnisse der weißrussischen SchülerInnen mit den Leistungsergebnissen der SchulerInnen aus anderen Ländern nicht verglichen. Infolge einer politischen Isolation von Weißrussland, die nach der Präsidentenwahl im Jahr 1994 eingetreten ist, nimmt Weißrussland nicht an den internationalen Bildungsprogrammen und Studien wie z. B. der Pisa-Studie teil. Die Effektivität der schulischen Bildung sowie die Qualität der erworbenen Kenntnisse der SchülerInnen werden ausschließlich auf Basis der Ergebnisse der schulischen Wettbewerbe wie z.B. Olympiade sowie auf Basis der Testergebnisse beim Zugang zur universitären Bildung beurteilt (Жегуло, 2012, Воробей, 2014). Da es diesbezüglich keine weiteren Hinweise in der relevanten Fachliteratur gibt, nimmt die vorliegende Studie an Bedeutung zu. Bevor die Ergebnisse der Studie vorgestellt werden, werden in dem nächsten Abschnitt die Besonderheiten des Bildungsprozesses im Physikunterricht in den beiden Ländern etwas genauer beschrieben.

3.3 Physikunterricht in den beiden Ländern

Der Physikunterricht in Hessen und Weißrussland spielt eine wichtige Rolle in der allgemeinen Bildung der SchülerInnen.

„Zu naturwissenschaftlichen Grundbildung zählen das Verständnis der Arbeitsweise der Physik, der Gültigkeit (und deren Grenzen) physikalischer Aussagen und deren gesellschaftlicher Bedeutung“ (Hopf, Schecker, Wiesner, 2011, S. 16).

Die Ziele des Physikunterrichts sind die Entwicklung des Interesses der SchülerInnen an diesem Fach, das Erlernen physikalischer Methoden, das Aneignen der Kompetenzen wie Experimente aufgebaut und durchgeführt, wie physikalische Gesetze überprüft sowie wie die Ergebnisse kritisch betrachtet werden.

In Hessen werden die Bildungsstandards im Fach Physik, die von der Kultusministerkonferenz im Jahr 2004 verabschiedet wurden, im hessischen Kerncurriculum berücksichtigt und in jeder Schule konkretisiert. Wie oben beschrieben, sind die Kompetenzen der SchülerInnen festgelegt und sollen zu bestimmten Zeitpunkten erreicht werden. Unter dem Begriff „Kompetenzen“ versteht man „Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Lösung von Problemen in bestimmten inhaltlichen Handlungsbereichen“ (Hopf, Schecker, Wiesner, 2011, S. 22). In den naturwissenschaftlichen Fächern sind vier Kompetenzbereiche vorgesehen: Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung, Nutzung fachlicher Konzepte (Hessisches Kultusministerium, 2011).

In Hessen gibt es eine Kontingenzstundentafel, also die sogenannten Jahreswochenstunden. Laut der Bildungsstandards entscheidet jede Schule selbstständig, wie viele Unterrichtsstunden für welches Fach in welchen Klassenstufen umgesetzt werden; dadurch kann man individuelle Bildungsprozesse unterstützen, verschiedene Schwerpunkte setzen sowie Schulkonzepte verteilen.

„Der Unterricht am Gymnasium findet ab der Jahrgangsstufe 5 auf der Grundlage einer Kontingenz-Stundentafel statt. Diese legt fest, wie viele Stunden die Schülerinnen und Schüler in dem jeweiligen Fach bis zum Ende der Sekundarstufe I absolviert haben müssen. Wie diese Stunden in den jeweiligen Fächern und auf die einzelnen Jahrgangsstufen verteilt werden,

entscheidet die Schule. Sie kann damit eigene Schwerpunkte setzen und ihr Profil schärfen.“ (Hessisches Kultusministerium, 2015)

Deswegen kann man nicht eine allgemeine Gestaltung des Physikunterrichts in Hessen genauer beschreiben. Aus diesem Grund wurde der Physikunterricht nur in den Gymnasien beschrieben, die an der Untersuchung teilgenommen haben. Alle an der Untersuchung beteiligten Lehrkräfte aus Hessen bestätigten, dass der Physikunterricht ab der 6. Jahrgangsstufe mit einer und ab der 7. Jahrgangsstufe mit zwei Unterrichtsstunden pro Woche umgesetzt wird. Außerdem orientierten sie sich bei der Themenverteilung an den alten Stundenplänen (2010). Genauer gesagt, wurde das Thema „Elektrizitätslehre“ in den untersuchten Klassen erst in der 7. Jahrgangsstufe unterrichtet und dann während des 8. Jahrgangs (Hessisches Kultusministerium, 2010).

In Weißrussland werden ein Stundenplan, Themeninhalte und auch Themenreihenfolgen für jedes Fach definiert. Nach dem Bildungsprogramm des Bildungsministeriums fängt der Physikunterricht erst im 6. Jahrgang mit einer Unterrichtsstunde pro Woche an. Ab dem 7. Jahrgang wird das Fach Physik zwei Stunden pro Woche unterrichtet. Auf Wunsch der Erziehungsberechtigten und mit Einverständnis der Schulleitung kann eine weitere Stunde für Physik pro Woche in der Schule angeboten werden. Das Ziel dieses Zusatzangebotes ist die Unterstützung und Vertiefung des vorhandenen Themas des Physikunterrichts. Die Leistung der SchülerInnen in dieser Stunde unterliegt keiner Benotung. Der Inhalt für das Physikfakultativ ist genauso, wie für alle Fächer, durch das Bildungsministerium bestimmt (Галызо, 2014).

In der Sekundarstufe I in beiden Ländern stehen physikalische Experimente im Mittelpunkt (Hopf, Schecker, Wiesner, 2011, S. 106). Die Experimente haben für den Physikunterricht eine große Bedeutung, weil „Experimentieren [...] zum Kern naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden“ gehört (Kircher, Girwidz, Häußler (Hrsg.), 2007, 2009, S. 258). Hierbei können vielseitige Aspekte einer physikalischen Bildung angesprochen und gefördert werden. Von einer einfachen Beobachtung an über die Erstellung eines Versuchsprotokolls (was an sich bereits eine Kompetenzstufe des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung darstellt), werden die SchülerInnen schrittweise lernen, ein Experiment nach Anleitung aufzubauen und

durchzuführen, Experimentergebnisse auszuwerten und zu bewerten. Eine weitere Stufe wäre, ein Experiment selbstständig zu planen und durchzuführen (höchste Kompetenzstufe) (Hessisches Kultusministerium. Bildungsstandards und Inhaltsfelder, 2011). Durch die einfache Beobachtung dienen Experimente dazu, unterschiedliche Fragen der Naturwissenschaft zu stellen und diese zu beantworten, erfahrungsgemäß Hypothesen und Vermutungen zu bilden und sie zu prüfen. Außerdem gibt es Möglichkeiten während des Experimentes, die Naturphänomene zu veranschaulichen und deutlicher zu machen, die physikalischen Gesetze zu überprüfen und zu verstehen. Ein Experiment kann man als eine „Brücke“ zwischen Theorie und Praxis betrachten (Kircher, Girwidz, Häußler (Hrsg.), 2007, 2009, S.245). Erkenntnisgewinnung lässt sich gut durch die Verwendung von Fachkenntnissen, Handlung zwischen theoretischer und praktischer Vorgehensweise erreichen. Mithilfe von Demonstrationsexperimenten kann man Naturphänomene beobachten und deren Gesetzmäßigkeit überprüfen (Mikelskis, 2010, S. 151). Für das Thema „Elektrizitätslehre“ wurden folgende inhaltliche Schwerpunkte für den Abschluss Sekundarstufe I in den Bildungsstandards (Hessisches Kultusministerium, 2011) vorgesehen:

- *„elektrischer Strom als Transportform von Energie;*
- *Elemente des elektrischen Stromkreises;*
- *Gefahren beim Umgang mit Elektrizität im Alltag;*
- *Einfluss von Widerständen auf die Stärke des elektrischen Stroms;*
- *Stromkreise als Systeme und*
- *elektrostatische Phänomene“.*

Da die Lehrkräfte in Hessen ihren Stundenplan, die Themen sowie die Unterrichtsinhalte selbstständig planen, ist es nicht möglich, die durchgeführten Experimente eindeutig zu identifizieren. In Weißrussland ist dies durch die Analyse des Plans des Bildungsministeriums möglich. Bei der Erläuterung des Schulprogramms in Weißrussland wird besonderes Augenmerk auf das Schülerlabor gelegt. Unter dieser Unterrichtsform versteht man den Einsatz von praktischen Experimenten. Dabei beobachten SchülerInnen physikalische Phänomene, überprüfen physikalische Gesetze und eigene Hypothesen und lernen mit verschiedenen Messgeräten zu arbeiten. Anschließend erstellen sie

ein Protokoll oder eine Tabelle und formulieren die wichtigsten Ergebnisse (Черепок, Елисеева, 2014).

Darüber hinaus ist es aufgrund des weißrussischen Bildungsplans möglich, die genaue Anzahl an Unterrichtsstunden für jedes Thema zu identifizieren. Da sich die vorliegende Untersuchung mit dem Thema Elektrizität beschäftigt, werden die Unterrichtsinhalte zur E-Lehre in den Fokus genommen. Laut des Bildungsprogramms werden für dieses Thema 35 Unterrichtsstunden in der 8. Jahrgangsstufe geplant, darunter sechs Unterrichtsstunden für die Rechnungsaufgaben (17%) aller Unterrichtsstunden, zwei Unterrichtsstunden für die Testaufgaben, vier Unterrichtsstunden für das Schülerlabor und zwei Unterrichtsstunden für die Klassenarbeiten. Das Schülerlabor zur Elektrizitätslehre erfasst die Themen:

- *„Aufbau des elektrischen Stromkreises und Messung des elektrischen Stroms;*
- *Messung der elektrischen Spannung und des Widerstands;*
- *Erlernen der Reihenschaltung*
- *Erlernen der Parallelschaltung“ (Галузо, 2014, S.34-35).*

Auf Basis der Analyse der Unterrichtsentwürfe, die vom Bildungsministerium vorgegeben werden, ist festzustellen, dass Physikunterricht meistens als darbietender Unterricht durchgeführt wird. Die Lehrerdemonstrationsexperimente kommen während der Unterrichtsstunden als didaktische Unterrichtsform am häufigsten zum Einsatz. Da Rechnungsaufgaben in Weißrussland im Physikunterricht bevorzugt und häufig eingeübt werden, spielen die qualitativen Aufgaben eine deutlich kleinere Rolle (Киселёва, Анцулевич, 2014, S. 23-29). Die Lehrkräfte in den hessischen Gymnasien verwenden im Physikunterricht hingegen verschiedene Sozialformen wie z.B. Partnerarbeit oder Gruppenarbeit. Durch diese sozialen Lernformen können die SchülerInnen miteinander kommunizieren, die eigenen Gedanken und Hypothesen austauschen und die Ergebnisse vergleichen. Darüber hinaus ist durch das Einsetzen verschiedener Sozialformen möglich, die individuellen Bedürfnisse der SchülerInnen zu berücksichtigen. Das fördert soziale Kompetenzen der SchülerInnen und entspricht den Prinzipien des Kompetenzbereichs der Kommunikation (Hessisches Kultusministerium, 2011).

4 Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend werden die Ergebnisse der vorliegenden Studie aus unterschiedlichen Blickwinkeln dargestellt und diskutiert. Dabei werden die Erkenntnisse der Analyse auf einer Makroebene, also als Vergleich der Ergebnisse auf der Ebene von beiden Ländern, einer Mesoebene als Vergleich der Lösungshäufigkeiten auf der Ebene der einzelnen Schulen und einer Mikroebene als Analyse der Lösungshäufigkeiten einzelner Items auf der Ebene einzelner SchülerInnen wiedergegeben. Da sich auf diesen Ebenen unterschiedliche Erkenntnisse abbilden lassen, werden diese in den einzelnen Unterkapiteln detailliert beschrieben. Zudem werden bei der Analyse der zweistufigen Items unterschiedliche Hypothesen überprüft. Von weitergehendem Interesse ist außerdem die Frage, inwiefern die bekannten Schülervorstellungen in Bezug auf die Elektrizitätslehre in beiden Ländern eintreten.

4.1 Ergebnisse nach Ländervergleich

An der Untersuchung in Hessen nahmen insgesamt sechs Lehrkräfte aus sechs Gymnasien mit 154 SchülerInnen (43% Mädchen, 57% Jungen) teil; in Weißrussland beteiligten sich vier Lehrkräfte aus zwei Gymnasien mit 145 SchülerInnen (52% Mädchen, 48% Jungen). Bei der Auswahl der Schulen und Klassen wurde darauf geachtet, dass ungefähr die gleiche Anzahl der SchülerInnen an der Untersuchung teilnehmen können. Die Rücklaufquote belief sich auf 86% in hessischen Gymnasien und 93% in weißrussischen Gymnasien.

Das durchschnittliche Alter der SchülerInnen in beiden Ländern belief sich auf 14,6 Jahren. Dabei wurden die Angaben zum Geschlecht der Teilnehmenden pro Schule und pro Klasse in Hessen ermittelt und nicht für einzelne Personen. Daher lassen sich die Testergebnisse differenziert nach Angaben der Jungen und Mädchen nicht überprüfen. Um die erworbenen Kenntnisse zu testen, fand die Erhebung der Daten jeweils mindestens sechs Monate nach der Behandlung des Themas statt. Der Test enthält Fragen zu den Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre, wie Stromverbrauch, konstanter

Batteriestrom, lokales und sequentielles Denken, Probleme mit der Parallelschaltung.

Zunächst werden die Ergebnisse zwischen den beiden Ländern dargestellt. Hier lässt sich eindeutig feststellen, dass die SchülerInnen aus Hessen deutlich schlechter abschneiden als die SchülerInnen aus Weißrussland. Werden die Mittelwerte der erreichten Punkte auf der Ebene von zwei Ländern mit einander verglichen, so ergibt sich einen Unterschied von fünf Punkten: der Durchschnitt in Hessen liegt bei 7,8 Punkten und in Weißrussland bei 12,9 Punkten. Dabei war es möglich, maximal 22 Punkte zu erreichen. Beim Vergleich der Medianwerte haben die weißrussischen SchülerInnen sogar doppelt so viele Punkte (14 Punkte) wie die hessischen SchülerInnen (7 Punkte) erreicht. Siehe Tabelle 3.

Tabelle 3: Testergebnisse in Weißrussland und Hessen

	Weißrussland	Hessen
N	145	154
Mittelwert	12,9	7,8
Median	14	7
SD	5,7	4
Minimum	2	1
Maximum	21	22

Werden die Ergebnisse tiefergehend, also auf der Ebene der einzelnen Gymnasien analysiert, so lassen sich Unterschiede sowohl unter den weißrussischen als auch hessischen Gymnasien identifizieren. Während der Durchschnitt für alle an der Studie beteiligten SchülerInnen bei 10,28 Punkten liegt, gilt es zu überprüfen, ob die SchülerInnen in den einzelnen Gymnasien bessere bzw. schlechtere Ergebnisse erreichen. Bessere Testergebnisse als der Durchschnitt erreichten nur die SchülerInnen aus zwei Gymnasien und zwar aus einem Gymnasium in Weißrussland mit einem Durchschnitt von 14,33 Punkten und aus einem Gymnasium in Hessen mit insgesamt 12,3 Punkten. Die SchülerInnen aus den anderen an der Studie beteiligten Gymnasien erreichten weniger als zehn Punkte. Die niedrigste Punktzahl ergab sich in einem hessischen Gymnasium und lag bei 6,41 Punkten. In Tabelle 4 werden die Ergebnisse differenziert nach den einzelnen Gymnasien grafisch dargestellt.

Tabelle 4: Testergebnisse in Weißrussland und Hessen differenziert nach Schulen

Schule	Anzahl der SchülerInnen	Mittelwert in Anzahl der Punkten
Weißrussland: 1. Schule	101	14,33
Weißrussland: 2. Schule	44	9,64
Hessen: 1. Schule	51	6,53
Hessen: 2. Schule	25	7,64
Hessen: 3. Schule	17	7,35
Hessen: 4. Schule	22	6,41
Hessen: 5. Schule	23	12,30
Hessen: 6. Schule	16	8,06
Gesamt	299	10,28

Von weiterem Interesse ist auch die Analyse der allgemeinen Testergebnisse differenziert nach den einzelnen Klassen. Die Einordnung der SchülerInnen zu den einzelnen Klassen bei der Durchführung des Tests war in zwei weißrussischen Gymnasien allerdings nicht möglich. Daher konnte die Analyse der Testergebnisse differenziert nach Klassen nur auf der Ebene der hessischen Klassen vorgenommen werden. Bei der Betrachtung der Erfolgsquoten treten erkennbare Unterschiede auf. Die Ergebnisse der hessischen SchülerInnen wurden zusammenfassend in Tabelle 5 dargestellt. Aus dieser Tabelle ist deutlich erkennbar, dass die Unterschiede unter den einzelnen Klassen relativ groß sind. Diese variieren zwischen 4,75 und 12,3 Punkten. Darüber hinaus ist auffällig, dass sich große Variationen auch innerhalb von einzelnen Schulen identifizieren lassen. Zum Beispiel, in den ersten drei Klassen, die in einem Gymnasium angesiedelt sind, lagen die niedrigste Zahl der Lösungshäufigkeiten bei 4,75 Punkten und die höchste Zahl bei 8,77 Punkten. Diese Zahlen entsprechen einem Anteil von 22% bzw. 39,9% der richtig gelösten Aufgaben.

Tabelle 5: Testergebnisse in Hessen differenziert nach acht Klassen

Klasse	Anzahl der SchülerInnen	Mittelwert	SD	Anteil der richtig gelösten Aufgaben
1	20	4,75	2,8	21,60%
2	18	6,89	3,2	31,30%
3	13	8,77	4,3	39,90%
4	25	7,64	3,7	34,70%
5	17	7,35	3,7	33,40%
6	22	6,41	2,5	29,10%
7	23	12,3	4,5	55,90%
8	16	8,06	2,6	36,60%
Gesamt	154	7,77		35,30%

Zusammenfassend lassen sich die quantitativen Erkenntnisse auf den Ebenen der beiden Länder sowie der einzelnen Gymnasien und Klassen wie folgt festhalten: Insgesamt haben die SchülerInnen aus Weißrussland deutlich bessere Ergebnisse erreicht als die SchülerInnen aus Hessen. Werden die Daten tiefergehender untersucht, so lassen sich erkennbare Unterschiede sowohl auf der Ebene der einzelnen Schulen als auch auf der Ebene der einzelnen Klassen feststellen. Demzufolge stellt sich die Frage, wie sich diese Ergebnisse erklären lassen.

Zunächst sollten die Ausgangspunkte sowie die Bedingungen für die Teilnahme der SchülerInnen der Schulen zusammenfassend rekapituliert werden. Eine der Bedingungen stellte die Bearbeitung des Themas zur Elektrizitätslehre durch die SchülerInnen in dem vorhergehenden Jahr bzw. mindestens sechs Monate vor der Durchführung des Tests dar. Während diese Bedingung in Weißrussland einheitlich in allen Schulen eingehalten wird und sich durch das weißrussische Schulprogramm prüfen lässt, wurden die Lehrkräfte in Hessen über diese Teilnahmebedingung extra informiert. Insofern kann gemäß des Stundenplans in Weißrussland sichergestellt werden, dass das Thema „Elektrizitätslehre“ in einem notwendigen Umfang in dem

achten Jahrgang gelernt wurde (siehe Kap.4). Den Lehrkräften in Hessen wurde der Test hingegen zunächst mit der Bitte zugesandt, diesen zu lesen und zu prüfen, ob alle im Test genutzten physikalischen Begriffe den SchülerInnen bereits bekannt sind. Dieser Arbeitsschritt war notwendig, da die Gymnasien in Hessen eigene Schulcurrikula und Schulprogramme umsetzen können (siehe Kap.4). Demzufolge kann man sicher sagen, dass alle SchülerInnen theoretisch in der Lage waren, diesen Test erfolgreich bearbeiten zu können.

Um die quantitativen Ergebnisse besser zu verstehen und aus der Perspektive der beteiligten LehrerInnen zu deuten, wurden zwei persönliche Interviews mit Lehrer/innen aus Weißrussland und drei Interviews mit Lehrer/innen aus Hessen durchgeführt. Von Interesse waren dabei die Einschätzungen der Lehrkräfte, ob die Ergebnisse der Studie durch verschiedene Faktoren beeinflusst wurden. Diese Faktoren waren z.B. ein unterschiedlich wahrgenommener Schwierigkeitsgrad des Tests, Einsatzmöglichkeiten des Tests während unterschiedlicher Lernphasen sowie die Motivation der SchülerInnen, sich an der vorliegenden Studie zu beteiligen.

Ob die an der Studie beteiligten Lehrkräfte den eingesetzten Test bzw. dessen Schwierigkeitsgrad für ihre SchülerInnen als angemessen wahrgenommen haben, wurde zu Beginn der Interviews diskutiert. Während die Lehrkräfte in beiden Ländern diesen Test weder als leicht noch als schwer empfunden haben, äußerten die Interviewten unterschiedliche Meinungen bzgl. der Schwierigkeitsgrade einzelner Items. Diese Bewertungen der LehrerInnen werden bei der Analyse einzelner Items in dem nächsten Kapitel genauer in den Blick genommen.

In Bezug auf den Schwierigkeitsgrad des Tests insgesamt betonen die zwei interviewten Lehrkräfte aus Weißrussland, dass die SchülerInnen solche „qualitativen Aufgaben sehr selten im Physikunterricht“ bearbeiten. Da in weißrussischen Schulen generell viel mit Formeln gerechnet wird und während des Physikunterrichts in der Regel nur die Rechenaufgaben gelöst werden, war der Test mit überwiegend qualitativen Aufgaben eher ungewöhnlich. Dieses Argument wird in dem folgenden Zitat detailliert erklärt.

„Der Test besteht aus vielen Fragen der praktischen Anwendung. Wenn wir diese mit den Aufgaben vergleichen, die die SchülerInnen während des

Unterrichts bearbeiten, dann gibt es unter unseren Aufgaben anteilig deutlich mehr Rechenaufgaben. Bei Ihren Fragen gab es Elemente der sogenannten praktischen Anwendung. Wir nennen diese auch qualitative Aufgaben. Da geht es zum Beispiel um die Beurteilung, wie das ein oder andere Gerät beim Einschalten die gesamte Stromkette beeinflussen würde. Also, das sind Aufgaben, die die SchülerInnen schnell und sauber bearbeiten müssen. Anhand dieser Aufgaben kann man testen, ob die SchülerInnen den Kern der Zusammenhänge tatsächlich verstehen.“¹ (W_1_13-1)

Die interviewten Lehrkräfte aus Hessen weisen hingegen darauf hin, dass der Test viele Aufgaben beinhaltet, die sehr genau gelesen werden müssen und daher hohe Konzentrationsfähigkeit der SchülerInnen beanspruchen. In den nachfolgenden Zitaten werden diese Meinungen etwas detaillierter dargestellt.

„Was mir aufgefallen ist, ist, dass Schüler oft nicht genau lesen, dass sie auf einmal irgendwann am Ende merken: Oh, die Frage war ja gar nicht gleich, das eine hat Plus oben oder Minus oben, dass es Unterschiede gibt von der Stromrichtung her, solche Dinge sind aufgefallen.“ (H_3_31-34)

„Die Schüler sind nicht gewohnt, so viele Fragen auf einmal zu beantworten. In Tests, die wir hier haben, gibt es vielleicht vier oder fünf Aufgaben. Das war es. Hier mussten sie 20 oder 22 Aufgaben lösen. Jedes Mal muss man sich neu überlegen...Ich glaube, dass sie ein bisschen Schwierigkeiten hatten, sich am Ende zu konzentrieren.“ (H_2_9-12)

Um Näheres über die praktische Anwendung des Tests zu erfahren, wurden die interviewten Lehrer/innen auch gefragt, ob sie sich vorstellen können, diesen Test im Rahmen ihrer Arbeit zu nutzen und wenn ja, in welcher Lernphase. Hierzu waren sich die InterviewpartnerInnen aus den hessischen Schulen beinahe einig. Einerseits finden sie einzelne Aufgaben des Tests passend, um

¹ Der Originaltext wurde durch die Verfasserin aus dem Russischen ins Deutsche übersetzt. *„Тест имеет большое количество заданий такого более практического применения. Если сравнивать с задачами, которые ребята решают на уроках, то там больше всегда вычислительного компонента в тех задачах, которые составляют основную часть. У этих задач так называемое практическое применение и как мы их еще называем качественные задачи. То есть оценить, как включение того или иного прибора повлияет на параметры электрической цепи. То есть это задачи, которые они должны решать быстро, четко. Эти задачи показывают понимание сути явлений.“*

die Kenntnisse der SchülerInnen zu bestimmten Themen im Sinne einer Lernkontrolle zu prüfen. Andererseits weisen diese darauf hin, dass das Einsetzen von Zwischentests eher unüblich ist. In der Regel werden nur zwei schriftliche Arbeiten pro Halbjahr geschrieben. Diese beinhalten dann Aufgaben zu verschiedenen Themen, die insgesamt benotet werden.

Nach Angaben der interviewten LehrerInnen in Weißrussland, werden kurze Zwischentests in Form von Fragen und Rechenaufgaben regelmäßig durchgeführt. Diese didaktische Methode ist in allen Fächern einschließlich der Physik sehr beliebt. Daher würden sie auch den Test aus der vorliegenden Untersuchung und/oder zumindest einzelne Ausschnitte aus diesem Test in verschiedenen Lernphasen einsetzen können. Sie würden z.B. ausgewählte Fragestellungen in der Einführungsphase zur „Elektrizitätslehre“ verwenden, um die Schüleralltagvorstellungen zu diesem Thema frühzeitig zu erfassen und ihre Unterrichtsstrategien basierend auf den Ergebnissen besser planen zu können. Eine weitere Möglichkeit sehen sie darin, einzelne Aufgaben zur Prüfung des Verständnisses der SchülerInnen hinsichtlich bestimmter physikalischer Begriffe, wie zum Beispiel „Widerstand“ oder „Stromstärke“ zu nutzen. Dadurch können die Lernschwierigkeiten der SchülerInnen frühzeitig identifiziert werden. Um eine Prüfung nach den weißrussischen Qualitätsstandards zu bestehen, müssen die SchülerInnen komplexere Rechenaufgaben bearbeiten können.

Nach Auffassung der Verfasserin der vorliegenden Studie konnten auch die Anonymität der Teilnahme an der Studie und somit die Motivation der SchülerInnen die Testergebnisse beeinflussen und/oder etwas verzerren. Zum Einen wurde bereits erwähnt, dass in Hessen die Lösung von Testaufgaben als Zwischenkontrolle der Kenntnisse der SchülerInnen eher selten zum Einsatz kommt. In Weißrussland werden verschiedene Testaufgaben zwar regelmäßig durchgeführt, diese werden jedoch mit Fokus auf Prüfung mathematischer Lösungen und nicht auf die Erklärung physikalischer Phänomene konzipiert. Zum anderen waren die SchülerInnen aus Weißrussland womöglich besonders daran interessiert, an einer Untersuchung einer Studentin aus Deutschland teilzunehmen und ihre Kenntnisse zu zeigen. Diese Annahme wurde durch die interviewten Lehrkräfte aus Weißrussland weitgehend bestätigt. Zudem deuten

sie darauf hin, dass ihre SchülerInnen bereits gut trainiert sind, alle Testaufgaben „nach bestem Wissen und Gewissen“ zu bearbeiten. Ob der Test dabei anonym, also ohne Angaben der Namen auf den Fragebögen oder personalisiert durchgeführt wurde, spielte für die weißrussischen SchülerInnen nach Angaben ihrer LehrerInnen keine entscheidende Rolle. In dem nachfolgenden Zitat werden diese Argumente in Worten einer Lehrkraft beschrieben:

„Ich glaube, dass der Test unter den SchülerInnen durchgeführt wurde, bei denen eine stabile Lernmotivation bereits geformt wurde und dass sie die Aufgaben verantwortungsvoll gelöst haben. Deswegen glaube ich, dass es einerseits die Verantwortung und andererseits hohes Interesse für etwas Neues sind...Also, ich glaube schon, dass sie versucht haben, den Test maximal gut zu lösen.“ (H_2_55-60)

Die Motivation der hessischen SchülerInnen war nach Angaben der drei Lehrkräfte unterschiedlich hoch. Während manche SchülerInnen die Testaufgaben nur ungelesen angekreuzt haben und ihre Fragebögen schon kurz nach Beginn der Bearbeitungszeit abgegeben haben, haben sich viele andere SchülerInnen wirklich Mühe gegeben, den Test ordentlich zu bearbeiten. In den nachfolgenden Zitaten werden die Einschätzungen der befragten LehrerInnen dargestellt.

„Es war unterschiedlich. Die guten Schüler haben sich da wirklich reingebissen und bei manchen habe ich gesehen, dass sie gesagt haben: Na ja, ich mache es einfach so, kreuz irgendwas ein. Sie waren auch ratzfatzt fertig. Und ich fand dies nicht so ganz prickelnd, muss ich ehrlich sagen.“ (H_3_73-75)

„Diese Klasse ist schon, wie die anderen Lehrer sagen, recht professionell. Also wenn man denen Aufgaben gibt, dann führen sie die durch. Also sie machten keinen Blödsinn, sie waren alle konzentriert bei der Sache und haben den Test durchgemacht. Sie waren schon motiviert.“ (H_2_30-33)

Demzufolge untermauern die Einschätzungen der hessischen LehrerInnen die sehr unterschiedlichen quantitativen Testergebnisse, die nach den einzelnen Schulen ausgewertet wurden.

Um weiterhin zu prüfen, ob und inwiefern die interviewten LehrerInnen die Ergebnisse ihrer SchülerInnen beziffern bzw. einschätzen können, wurden diesen die Testergebnisse differenziert nach den einzelnen Schulen in einer anonymisierten graphischen Form dargestellt. Ihre Aufgabe bestand darin, ihre Klasse auf dieser Abbildung zu identifizieren und ihre Wahl zu begründen. Nur zwei von fünf interviewten LehrerInnen konnten ihre jeweilige Klasse sofort richtig einordnen. Diese waren jeweils eine Lehrkraft aus beiden Ländern. Dabei war die Lehrkraft aus Hessen positiv überrascht, dass ihre SchülerInnen tatsächlich die beste Leistung unter den hessischen Klassen gezeigt haben. Alle anderen InterviewpartnerInnen waren etwas enttäuscht, dass ihre SchülerInnen unerwartet niedrigere Ergebnisse gezeigt haben. Sie vermuteten, dass die Leistung der SchülerInnen mindestens bei ca. 50% liegen sollte. Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass die hessischen SchülerInnen auch in anderen Studien unterdurchschnittliche Ergebnisse im Vergleich zu den SchülerInnen in den anderen Bundesländern erreichen, war diese Erkenntnis plausibel.

Trotz der vergleichsweise hohen Lösungshäufigkeit der weißrussischen SchülerInnen, erwarteten die Lehrkräfte aus Weißrussland etwas bessere Ergebnisse. Dies hängt offensichtlich damit zusammen, dass dieser Test in zwei Schulen unter allen SchülerInnen der neunten Klassen durchgeführt wurde. In jeweils einer Klasse pro Schule wird Physik allerdings als ein Leistungsfach unterrichtet. In diesen Klassen werden mehr Unterrichtsstunden in Physik durchgeführt und die SchülerInnen aus diesen Klassen nehmen oft an Olympiaden und verschiedenen Wettbewerben im Fach Physik teil. Die anderen Klassen haben dagegen ganz andere Schwerpunktfächer wie z.B. Chemie oder Sozialkunde und zeigen erwartungsgemäß deutlich niedrigere Ergebnisse. Da die SchülerInnen aus Weißrussland an keinen internationalen vergleichenden Studien teilnehmen, war es für die LehrerInnen schwierig ihre SchülerInnen im Vergleich zu den hessischen SchülerInnen zu bewerten. Auffällig war zudem die Schlussfolgerung einer Lehrkraft aus Weißrussland, dass auch ihre vergleichsweise schwächeren SchülerInnen in Hessen offensichtlich gute Ergebnisse erreichen würden.

„Ich hätte nicht gedacht, dass meine Klasse so gut abschneiden würde, weil es unterschiedlich starke Kinder in der Klasse gibt. Das heißt, es gibt Kinder, die

Aufgaben besser lösen. Also, ich hätte nicht gedacht, dass meine durchschnittlich leistungsstarken Kinder besser als die Kinder in Hessen abschneiden würden. In der Regel orientiere ich mich an den leistungsstarken Kindern und versuche diese besonders zu motivieren. Das heißt eigentlich, dass auch meine durchschnittliche Kinder sich in Hessen nicht ganz verloren fühlen würden.“² (W_2_93-97)

Vor dem Hintergrund der oben dargestellten Ergebnisse erscheint es sinnvoll und sogar notwendig, die Ergebnisse der Testaufgaben differenziert nach den einzelnen SchülerInnen tiefergehender zu analysieren.

4.2 Testergebnisse differenziert nach einzelnen Schüler und Schülerinnen

In diesem Kapitel werden die Testergebnisse der einzelnen SchülerInnen aus beiden Ländern in den Fokus genommen. In Abbildung 1 ist die Verteilung der erreichten Punktzahlen insgesamt dargestellt. Werden die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen von Urban-Woldron verglichen, so lassen sich ähnliche Muster bei der Verteilung der Lösungshäufigkeiten in Hessen wie in einem Histogramm mit Gesamtpunktzahlen von Urban-Woldron erkennen (Urban-Woldron, 2012, S. 217, Abb.5)

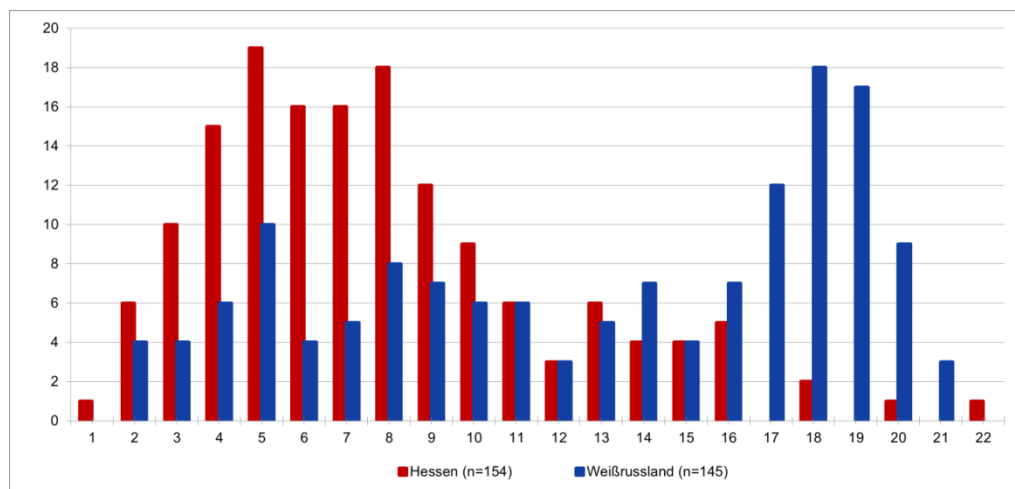
Die SchülerInnen aus Hessen schneiden im Vergleich zu den SchülerInnen aus Weißrussland deutlich schlechter ab ($\mu_{\text{Hessen}} = 7,8$, $\mu_{\text{Weißrussland}} = 12,9$). Eindeutig liegt eine asymmetrische linksteilige Verteilung für Hessen und rechtsteilige Verteilung für Weißrussland vor. Innerhalb eines Landes ist die Trennschärfe der Lösungsfähigkeit relativ groß. Nur eine Testperson aus Hessen erreichte die maximal mögliche Punktzahl von 22 Punkten und drei Testpersonen aus Weißrussland erreichten 21 von 22 Punkten. Bei der Fehleranalyse dieser drei Personen lässt sich feststellen, dass sie alle drei denselben Fehler gemacht haben. Und zwar bei der Bearbeitung des

² Der Originaltext wurde durch die Verfasserin aus dem Russischen ins Deutsche übersetzt. „Ну я не думал, что настолько хорошо, потому что в принципе дети то разные в классе. То есть есть которые справляются лучше. То есть я не думал, что средние дети в моем классе все равно будут иметь преимущество перед теми детьми. Обычно же ориентируешься на более сильных детей, этих подталкиваешь, стимулируешь как то. А тут получается, что как говорится мои средние дети там бы не затерялись.“

dreistufigen Items (Nr. 27) wurde die dritte Frage (Nr. 27c) nicht beantwortet. Die ersten zwei Unterpunkte Nr. 27a und b wurden dabei richtig beantwortet. Daher haben diese SchülerInnen keinen Punkt für die Bearbeitung des Items 27 erhalten. Da die visuelle Aufbereitung des Fragebogens seitens einer weißrussischen Lehrkraft moniert wurde, haben die SchülerInnen den Unterpunkt Nr. 27c vermutlich nicht wahrgenommen. Eine Testperson aus Hessen und neun Testpersonen aus Weißrussland erreichten jeweils 20 Punkte. Knapp 53% (83) der SchülerInnen aus Hessen und 23 % (33) der SchülerInnen aus Weißrussland beantworteten weniger als ein Drittel aller Items richtig. Das Ergebnis der vorliegenden Studien in Bezug auf Hessen deckt sich mit den Erkenntnissen von Urban-Woldron, die sie im Rahmen ihrer Untersuchung mit 422 Testpersonen feststellte (52%) (Urban-Woldron,2012, S. 217).

Ca. 40% (62) der SchülerInnen aus Hessen und 32% (46) der SchülerInnen aus Weißrussland beantworteten jeweils acht bis 15 aller Aufgaben richtig. In der Studie von Urban-Woldron wurden sehr ähnliche Ergebnisse wie in Hessen und zwar bei ca. 42% aller SchülerInnen festgestellt. Ungefähr 6% (9) der SchülerInnen in Hessen und 46% (66) der SchülerInnen aus Weißrussland geben bei mehr als 16 Items die richtige Antwort. Auch dieses Ergebnis stimmt mit den Erkenntnissen von Urban-Woldron überein. In Hessen beantworteten 83% (126) der SchülerInnen und in Weißrussland 41% (60) der SchülerInnen weniger als die Hälfte aller Aufgaben richtig.

Abbildung 5: Wie viele SchülerInnen haben wie viele Items richtig gelöst?



Zusammenfassend kann man feststellen, dass die Ergebnisse nach einzelnen SchülerInnen in Hessen weitgehend den Ergebnissen von Urban-Woldron

entsprechen (Urban-Woldron, 2012, S. 217). Die SchülerInnen aus Weißrussland zeigten dagegen deutliche bessere Lösungsfähigkeiten. In folgenden Abschnitten werden die einzelnen Items analysiert.

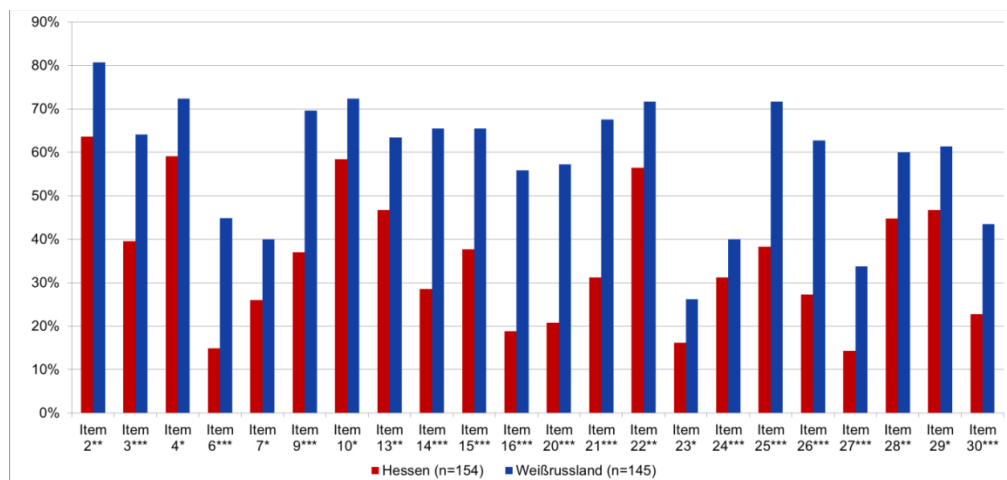
4.3 Testergebnisse nach einzelnen Items

Bei der Auswertung der Ergebnisse des Tests wurde besonderes Augenmerk auf die einzelnen Items gelegt. Zuerst werden die Items mit hoher Lösungsfähigkeit in den Fokus genommen. Danach werden die Items mit relativ niedrigem Anteil der richtigen Antworten analysiert.

Nach den statistischen Angaben zeigen die weißrussischen SchülerInnen eine sehr hohe Lösungsfähigkeit bei den einzelnen Items. Die Unterschiede sind groß und hoch signifikant. Bei den einzelnen anderen Items lässt sich hingegen ein ähnliches Antwortverhalten der SchülerInnen aus den beiden Ländern erkennen. Wie aus der Abbildung 2 zu erkennen ist, gaben ungefähr 60% der SchülerInnen aus Hessen und über 70% der SchülerInnen aus Weißrussland die richtigen Antworten auf die Items Nr. 2, 4, 10 und 22 an. Dabei sind zwei Items – Nr. 2 und 10 – einstufig und zwei Items – Nr. 4 und 22 zweistufig.

Aus der grafischen Darstellung kann man weiterhin erkennen, dass die SchülerInnen aus den beiden Ländern relativ niedrige Lösungshäufigkeiten (weniger als 20% in Hessen und weniger als 50% in Weißrussland) bei den Items Nr. 6, 7, 16, 23, 24 und 27 im Vergleich zu den anderen Items erreichten. Unter diesen Items sind zwei zweistufigen Items – Nr. 6 und 23 – und eine dreistufige Item – Nr. 27 – zu finden. Da die zweistufigen und dreistufigen Items erst in dem nächsten Unterkapitel genauer in den Fokus genommen werden, werden an dieser Stelle die Items Nr. 7 und 24 analysiert. In diesen beiden Items wird jeweils eine Fragestellung bzgl. der Helligkeit der Lampen gestellt, falls bestimmte Veränderungen im Stromkreis vorgenommen werden. Die richtige Antwort bei Item Nr. 7 gaben 26% der SchülerInnen in Hessen und 40% der SchülerInnen in Weißrussland an.

Abbildung 6: Wie viele SchülerInnen haben welches Item richtig gelöst?



47% der SchülerInnen in Hessen und 36% in Weißrussland waren der Meinung, dass die Stromstärke durch die Lampe L2 gleich bleibt. 26% der Testpersonen in Hessen und 19% der Probanden in Weißrussland denken, dass die Stromstärke durch die Lampe L2 kleiner wird. Der Anteil der SchülerInnen, die sicher war, dass diese Frage mit gegebenen Informationen nicht zu beantworten ist, lag bei 16% in Hessen und 3% in Weißrussland.

Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse der Item Nr. 24 dargestellt. Die richtige Antwort auf dieses Item gaben 31% der SchülerInnen aus Hessen und 40% der SchülerInnen aus Weißrussland. Die Ergebnisse der aktuellen Studie zeigen, dass 50% der SchülerInnen aus Hessen und 40% der SchülerInnen aus Weißrussland der Meinung sind, dass die Lampe L₃ am hellsten leuchtet. In Weißrussland lässt sich eine Tendenz erkennen, dass die Anteile der SchülerInnen, die jeweils eine richtige und eine falsche Antwort geben etwas gleich hoch sind.

Die an den Interviews beteiligten LehrerInnen nannten die verschiedenen Items, mit denen ihre SchülerInnen Schwierigkeiten gehabt haben. Insofern fanden zwei Lehrpersonen aus Hessen Item Nr. 7 schwierig. Es ist eher darauf zurückzuführen, dass die SchülerInnen Schwierigkeiten haben, den Unterschied zwischen den Begriffen hinsichtlich der Stromstärke und Leuchtstärke der Lampen zu verstehen. Darüber hinaus entstehen Schwierigkeiten nach Angaben der Lehrer/innen bei zweistufigen Items, die eine Antwort und eine Erklärung beinhalten. Hier gab es Schwierigkeiten mit dem Item Nr. 16, die später auch tiefergehend analysiert wird. In den

nachfolgenden Zitaten werden die Einschätzungen der befragten LehrerInnen aus Hessen exemplarisch dargestellt.

„Ich glaube, sie [Schwierigkeiten] sind überall da, wo es zwei Fragen gibt. Besonders schwierig... in meinen Augen sind 7, 10, 16, 20... und wahrscheinlich 25. Nein 24.(...) Dann ist die Frage, ob die Lampe, die am stärksten leuchtet auch als höchste im Sinne der Stromstärke verstanden ist, dann ist mit diesem Begriff ständig operiert und, wenn dieser Zusammenhang nicht klar ist, dann gibt es natürlich überall aufgrund dieses Zusammenhangs die Schwierigkeiten überhaupt die Frage zu beantworten, weil es geht immer: Lampe wird heller, Lampe wird stärker. Das muss man wissen das gleich einzusetzen ist...ja...Strom stärker. (...) Dieser Zusammenhang: Widerstand ist größer, dann fällt die Stromstärke...ist weder verstanden, dann ist überall richtig oder eben nicht, dann ist überall falsch, oder mal ein bisschen verteilt. Also Verzweigungen könnten Schwierigkeiten bereiten und ich vermute...alle Fragen, wo nicht nach Stromstärke, sondern nach Leuchtstärke gefragt wird... Das kann ich mir vorstellen, dass die Klasse die Schwierigkeiten hatte.“(H_1_141-154)

„Auf jeden Fall, wie ich schon gesagt habe, Items 16 wahrscheinlich, dann hinten die 27 ist kompliziert und auch so viel Text, auch die Fragestellung sind alles gleichzeitig. Und auch 22. Ich glaube. Also alle Aufgaben, wo es auf a) und b) Teile geht oder wo so viele Lampen sind. Zum Beispiel Item 7.“(H_2_49-52)

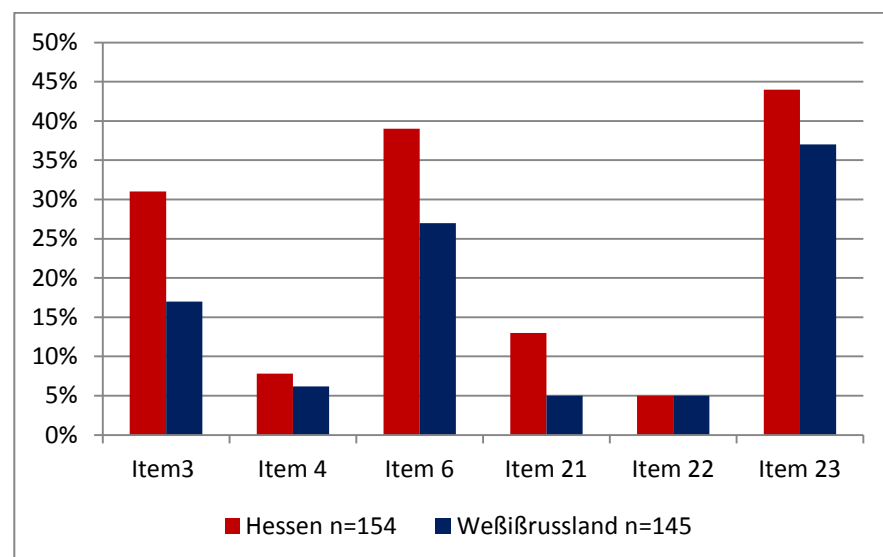
Die Ergebnisse von einzelnen Items lassen sich mit den Ergebnissen von Rhöneck vergleichen. Item Nr. 2 und Item Nr. 13 befinden sich in der Aufgabe von Rhöneck-Test als Frage Nr. 7 mit den Unterpunkten 1) und 2). Mit Hilfe dieser Frage kann man sequentielle Argumentation der SchülerInnen untersuchen. Unter diesem Begriff versteht man in der didaktischen Forschung die Schülervorstellung über den Stromverbrauch (Rhöneck, 1986, S. 12). Diese Frage wurde von 55% der SchülerInnen aus Hessen und 72% der SchülerInnen aus Weißrussland richtig beantwortet. Die Ergebnisse in beiden Ländern sind im Vergleich zu den Ergebnissen von Rhöneck deutlich besser, da in der Studie von Rhöneck nur 33% der Testpersonen diese Frage richtig beantworteten. Darüber hinaus zeigten 12% der SchülerInnen aus Hessen und 7% der

SchülerInnen aus Weißrussland bei der Bearbeitung dieser zwei Items ein Muster der sequentiellen Argumentation. Auch dieses Ergebnis ist deutlich besser als in der Studie von Rhöneck (30%). 32% SchülerInnen aus Hessen und 19% SchülerInnen aus Weißrussland denken, dass beide Änderungen von Widerständen die Stromstärke nicht beeinflussen. Bei den Ergebnissen von Rhöneck liegt dieser Anteil der SchülerInnen bei nur 12% (Rhöneck, 1986, S. 12).

Auswertung von zweistufigen Items

Bei den zweistufigen Items sind die Testpersonen aufgefordert worden, eine Antwort sowie eine Erklärung für die ausgewählte Antwortmöglichkeit auszuwählen. Im Fokus der weiteren Analyse steht die Antwortkombination von einer richtigen Antwortmöglichkeit und einer falschen Erklärung. Dieses Verfahren erlaubt nicht nur die Analyse der Lösungshäufigkeit, sondern auch die Analyse der Überlegungen der SchülerInnen, die dahinter verborgen sind. Von Interesse ist dabei die Frage, ob und welche Unterschiede sich zwischen den SchülerInnen aus den beiden Länder erkennen lassen? In Abbildung 3 sind diese Ergebnisse grafisch dargestellt. Von den SchülerInnen aus Weißrussland wird eine richtige Erklärung für die ausgewählten Antwortkategorien im Vergleich zu den SchülerInnen aus Hessen häufiger identifiziert.

Abbildung 7: Wie viele SchülerInnen wählen Antwortkombination richtig-falsch?



Die grafische Darstellung zeigt, dass die SchülerInnen aus den beiden Ländern vier zweistufige Items – Nr. 3, 6, 21 und 23 unterschiedlich beantwortet haben. Die Anteile der SchülerInnen in beiden Ländern, die eine richtige Antwort und eine falsche Erklärung für die Items 4 und 22 gaben, sind hingegen gleich hoch und liegen durchschnittlich bei ca. 6%. Zudem wurden diese zwei Items häufig als einstufige Items beantwortet. Sehr unterschiedlich ist das Antwortverhalten der SchülerInnen bei dem Item Nr. 6 (38% der SchülerInnen in Hessen und 27% der SchülerInnen in Weißrussland). Sowohl eine richtige Antwort als auch einer richtige Erklärung zum Item Nr. 6 gaben 15% der SchülerInnen aus Hessen und 45% der SchülerInnen aus Weißrussland an.

Diese Ergebnisse kann man mit der Ergebnisse Urban-Woldron vergleichen (Urban-Woldron, 2012, S. 218). Bei der Item 23 geben 60% der hessischen SchülerInnen die richtige Antwort und nur 22% der Lernenden wählen die richtige Erklärung. Diese Prozentwerte sind ungefähr ähnlich wie bei Urban-Woldron und betragen entsprechend circa 55% und 20% der Testpersonen. In Weißrussland wählen die richtige Antwort 63% der SchülerInnen und 39% der Lernenden die richtige Erklärung. Bei der Bearbeitung der Items 3 und 6 waren SchülerInnen aus Hessen (71% zu 43% bei der Item 3; 54% zu 17% bei der Item 6) und aus Weißrussland (81% zu 68% bei der Item 3; 71% zu 47% bei der Item 6) deutlich besser im Vergleich zu Ergebnissen aus Österreich.

Eine der interviewten Lehrkräfte aus Hessen teilte mit, dass ihre SchülerInnen etwas verunsichert waren, ob tatsächlich nur eine richtige Antwort möglich war. Im folgenden Zitat wird diese Meinung verdeutlicht:

„Manche haben zwei angekreuzt, weil sie gesagt haben: Eigentlich passt von jeder ein bisschen was“. (H_3_37-38)

Eine weitere Möglichkeit bieten die Kombinationen von Antworten der zweistufigen Items, an denen man erkennen kann, welche Überlegungen die Testpersonen beim Lösen der Aufgaben entwickeln. Diese Analyse wurde bezüglich der Item 3 analysiert und gezeigt in der Tabelle 6 nach Urban-Woldron (2012).

Tabelle 6: Abbildung von Schülervorstellungen durch Antwortkombinationen für Item Nr. 3

Antwortkombination	Beschreibung	Schülervorstellung	Anteil der treffenden Antworten Hessen	Anteil der treffenden Antworten Weißrussland
a1b3	Lernende, die im Teil a) die Antwort 1 und im Teil b) die Antwort 3 auswählen, sind der Meinung, dass die Stromstärke größer wird, da ein größerer Widerstand mehr Strom braucht als ein kleinerer Widerstand. Sie haben also eine inverse Widerstandsvorstellung.	IR: Stromstärke wird größer, da ein größerer Widerstand mehr Strom braucht als ein kleinerer Widerstand.	4,3%	4,1%
a3b4	Lernende, die im Teil a) die Antwort 3 und im Teil b) die Antwort 4 auswählen, sind der Meinung, dass die Batterie immer gleich viel Strom liefert und die Stromstärke auch unbeeinflusst vom Widerstand immer gleich bleibt. Sie sehen eine Batterie als eine Quelle für einen konstanten Strom.	BS: Batterie ist eine konstante Stromquelle.	16,7%	0%
a2b3	Lernende, die auf Stufe a) die Antwort 2 und auf Stufe b) die Antwort 3 auswählen, geben zwar die richtige Antwort in Bezug auf die Verringerung der Stromstärke, erklären ihre Antwort aber damit, dass ein größerer Widerstand mehr Strom verbraucht. Nach Hestenes & Halloun (1995) wird diese Antwort als falsch-positiv bezeichnet. Wird daher nur auf der ersten Stufe getestet, überschätzt man die Anzahl der richtigen Lösungen.	PR: Stromstärke wird kleiner, da ein größerer Widerstand mehr Strom braucht als ein kleinerer Widerstand.	29%	9,7%
a2b2	richtig		39,9%	64%

Quelle: Urban-Woldron, Hopf, 2012, S. 210.

Aus dieser Tabelle kann man deutlich erkennen, dass die gleichen Anteile der SchülerInnen aus beiden Ländern (4,3% in Hessen und 4,1% in Weißrussland) die Schülervorstellung über die inverse Widerstandvorstellung zeigen. Diese Schülervorstellung kommt selten vor. Stromkonstantvorstellung bei diesem Item zeigen nur die Schüler aus Hessen. In dem weiteren Kapitel werden die bekannten Schülervorstellungen in den Fokus genommen und mit verschiedenen Ergebnissen verglichen.

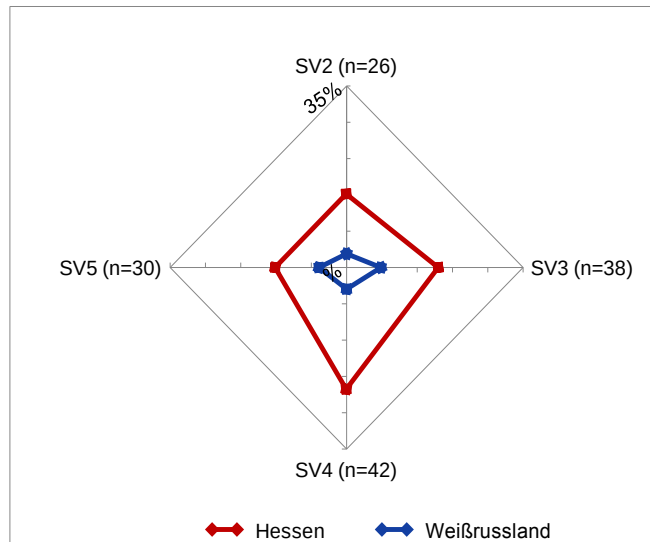
4.4 Auswertung der Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre

In einem nächsten Schritt werden mit Hilfe von Antwortkombinationen ausgewählter Items die bekannten Schülervorstellungen untersucht. Die Antwortkombinationen bestehen mindestens aus drei verschiedenen zweistufigen Items und bieten die Möglichkeit, die Häufigkeit der Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten in beiden Ländern zu vergleichen. Es wurde analysiert, wie viele SchülerInnen typische Schülervorstellungen mindestens einmal zeigen. Für diese Auswertung wurde die Tabelle mit den Konstrukten von Urban-Woldron (2012, S. 221) zu Grunde gelegt (siehe Tab.1, Kap.2). Für die Konstrukte SV, BS, IR, PR wurden Antwortkombinationen aus mehreren (von zwei bis vier) zweistufigen Items herangezogen. Für die Berechnung der Variablen SA, PS und LD wurden Antwortkombinationen aus mehreren einstufigen Items verwendet. (Urban-Woldron, 2012, S. 221). Um die Unterschiede zwischen den verschiedenen Konstrukten der Schülervorstellungen in beiden Ländern anschaulich zu zeigen, wurden die Ergebnisse der SchülerInnen als Netzdiagramme dargestellt.

In der Fachliteratur bezieht sich eine bekannte Fehlvorstellung zu Strom als etwas, das verbraucht wird (Duit, 1993, Rhöneck, 1986). „Strom wird oft als eine Art Brennstoff gesehen“ (Urban-Woldron, 2012, S. 205). Die SchülerInnen, die diese Vorstellung haben, sind der Meinung, dass Strom in der Batterie gespeichert ist. Wenn er zu Lampe fließt, wird er dort, ähnlich wie Brennstoff, teilweise verbraucht. Im nachfolgend dargestellten Netzdiagramm wird gezeigt, welcher Anteil derjenigen SchülerInnen aus den beiden Ländern,

die an der Untersuchung teilgenommen haben, diese Vorstellung mindestens einmal durch ihr Antwortverhalten zeigte.

Abbildung 8: Wie viele SchülerInnen wählen verschiedene Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Strom wird verbraucht“?



Aus dieser grafischen Darstellung kann man erkennen, dass die weißrussischen SchülerInnen im Vergleich zu Lernenden aus Hessen deutlich seltener diese Fehlvorstellung haben. Obwohl dieses Netzdiagramm sehr gut die Ergebnisse des Testes visualisiert, ist es unmöglich zu identifizieren, ob es bei den Antwortkombinationen zu SV2, SV3, SV4 und SV5 um dieselben oder unterschiedliche SchülerInnen handelt. Hiermit wird lediglich die Verteilung der Fehlvorstellungen differenziert nach beiden Ländern untersucht. Insofern wurden die Antwortkombinationen „Strom wird verbraucht“ von ca. 14% (SV2, SV5) bis zu 23% (SV4) der SchülerInnen aus Hessen und von ca. 3% (SV2) bis zu 7% (SV3) der SchülerInnen in Weißrussland identifiziert. In der Untersuchung von Rhöneck wurde diese Stromverbrauchsvorstellung bei ca. 45% der Testpersonen festgestellt (Rhöneck, 1986, S.10). Erwartungsgemäß bestätigen diese Schwierigkeiten mit dieser Schülervorstellung auch die zwei Lehrkräfte aus Hessen.

„Über Fehlvorstellungen... Was man immer... das, dass Strom verbraucht wird. Das hat man überall, selbst in dieser Lerngruppe, aber in dieser Lerngruppe nicht so viel wie in den anderen Lerngruppen.“ (H_2_79-81)

„Und natürlich die Schwierigkeit ist, dass Strom wird verbraucht, weil sie eine Vorstellung haben: die kleinen Kügelchen, die bewegen sich und der

Widerstand bremst die ab. Dann gibt es einen Stau. Danach... kann man sich vorstellen wie auf der Autobahn, da fahren die Wagen, dann gibt es irgendwo eine enge Stelle, dann staut sich natürlich, danach geht schnell weiter. Stromstärke ist davor geringer, danach ist sie hoch. Das ist sicherlich ein Problem, was ich praktisch in jeder Lerngruppe hatte bisher.“(H_2_109-114)

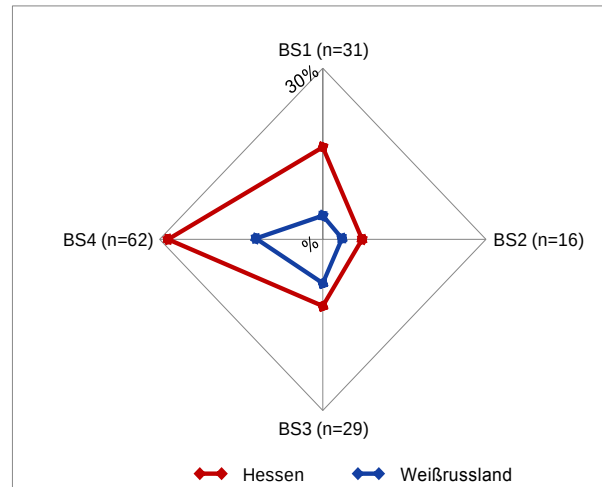
„Mit dem Verbrauch haben sie sich schwer getan. Was heißt: es wird eigentlich keine verbraucht, es wird umgewandelt. Eigentlich wird kein Strom verbraucht. Das habe ich immer eingehämmert. Verbraucher gibt nicht, es gibt Energiewandler. Es wird nicht verbraucht. Und da habe ich gemerkt, dass sie sich mit diesem Verbrauch total schwer tun. Also es gibt so. In den neuen Physikbüchern wir bestehen darauf auch, dass es kein Strom verbraucht, sondern umwandelt. Es geht nur um Energieumwandlung. Und man sagt, verbraucht wird gar nicht. Stimmt doch nicht. Ja, vielleicht in vielen Physikbüchern wird als Verbraucher genommen. Auch wenn ich nicht mag. Es hat mit der Erklärung schwer getan. Das stimmt.“(H_3_116-120)

Ein weiteres Problem besteht darin, dass manche SchülerInnen die Batterie im Stromkreis als Quelle für einen konstanten Strom betrachten, weil sie nicht als Spannungsquelle verstanden wird. Andere SchülerInnen denken, dass der Widerstand keinen Einfluss auf die Stromstärke hat.

„Bei Erfassung eines Verständnisses zum elektrischen Widerstand, sowie beim Erfassen eines Stromkreises als System kann sich diese Vorstellung hinderlich auswirken.“(Urban-Woldron, 2012, S. 209)

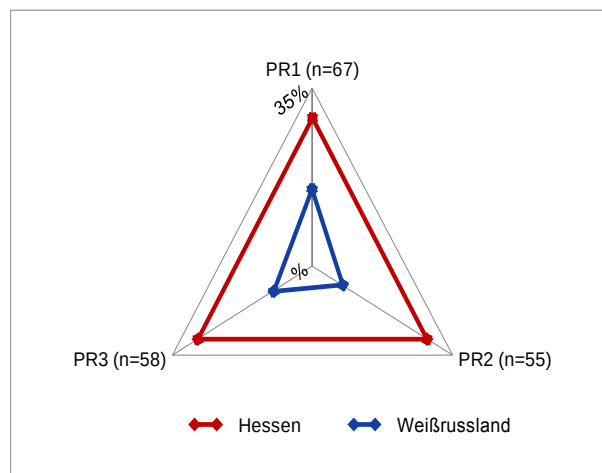
Wie oft die Konstantstromvorstellung der SchülerInnen in der vorliegenden Studie gezeigt wurde, kann man anhand der Abbildung 5 analysieren. Hier lässt sich erkennen, dass die Antwortkombination BS4 am häufigsten vorkommt. In diese Auswertung fließen die Angaben der SchülerInnen aus Item Nr. 6. Dies bedeutet, 29% der SchülerInnen aus Hessen und 12% der SchülerInnen aus Weißrussland verstehen Batterien als eine konstante Stromquelle. Sie haben die Vorstellung, dass die Stromstärke gleich bleibt, weil die Batterie unverändert bleibt. Interessant ist auch die Antwortkombination BS2, die auf Basis des dreistufigen Items Nr. 27 ausgewertet wurde. Diese Vorstellung lässt sich bei nur 7% der SchülerInnen aus Hessen und 3% der SchülerInnen aus Weißrussland erkennen.

Abbildung 9: Wie viele SchülerInnen wählen verschiedene Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Batterie als konstante Stromquelle“?



Bei vielen SchülerInnen treten Verständnisschwierigkeiten mit dem Widerstand auf. Manche sind der Meinung, dass eine Vergrößerung des Widerstands die Stromstärke erhöht. Aus der nachfolgenden Abbildung ist erkennbar, dass in Hessen diese Schülervorstellung bei ca. 29% der SchülerInnen bei allen drei Antwortkombinationen PR1, PR 2 und PR3 und in Weißrussland bei ca. 8% (PR2) bis 15% (PR1) der SchülerInnen eintritt.

Abbildung 10: Wie viele SchülerInnen wählen verschiedene Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Stromverbrauch ist proportional zum Widerstand“?



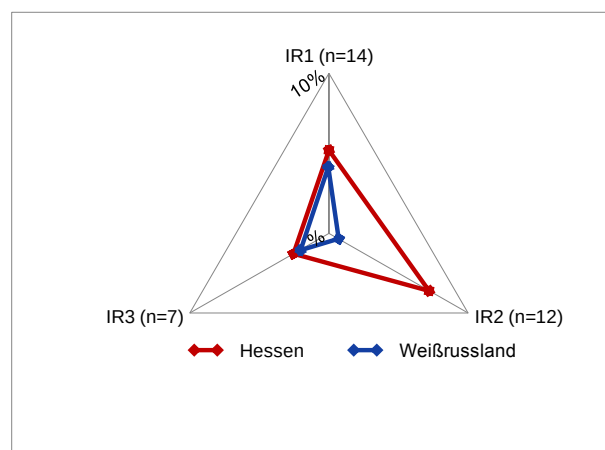
Obwohl die statistischen Zahlen in Hessen bei allen drei Antwortkombinationen zu dieser Vorstellung etwa gleich hoch sind und im Vergleich zu den Zahlen für Weißrussland deutlich häufiger vorkommen,

wurde diese Schülervorstellung durch eine interviewte Lehrkraft in Frage gestellt.

„Stromverbrauch ist proportional zum Widerstand. Das ist eine Vorstellung, die man sich kaum vorstellen kann. Aber ich weiß nicht... Es ist schwierig... wenn solche Vorstellungen existieren, es gibt sie immer wieder, dann kann so etwas passieren, aber ich habe so etwas nicht so genau beobachtet.“ (H_1_95-98)

Diese Schülervorstellung existiert infolge eines falschen Verständnisses des Widerstandes. Deswegen tendieren die Schülerinnen dazu zu glauben, dass die Stromstärke bei der Vergrößerung des Widerstands in einem Stromkreis durch diesen größer wird (Rhöneck, 1986, S. 12). Diese Vorstellung tritt bei 14% der SchülerInnen in der Untersuchung von Rhöneck (1986) ein. In der aktuellen Untersuchung liegen die Zahlen durchschnittlich bei circa 2% in Hessen und 5% in Weißrussland.

Abbildung 11: Wie viele SchülerInnen wählen verschieden Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Inverse Widerstandsvorstellung“?



In Weißrussland erklärt eine Lehrkraft diese Schülervorstellungen anhand der Formeln des Ohmschen Gesetzes:

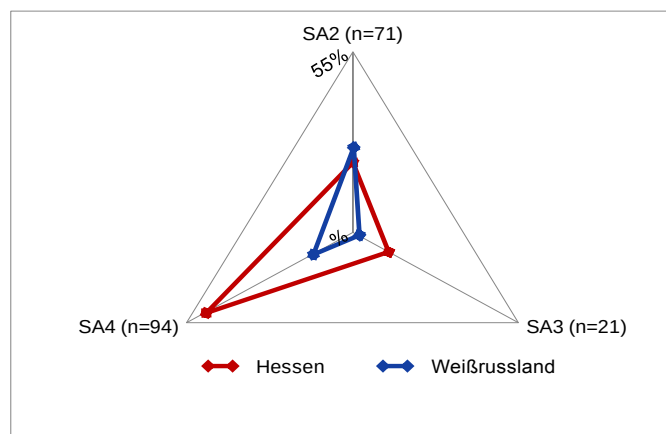
„Also, das heißt eigentlich, dass wenn man das Ohmsche Gesetz verinnerlicht hat, das erkennt man sofort, was und wie sich verändert, dass die Stromstärke

mit dem zunehmenden Widerstand abnimmt. Wird dieses Gesetz nicht richtig verstanden, dann entstehen auch falsche Vorstellungen.“³(W_2_105-107)

Des Weiteren besteht eine Lernschwierigkeit im Verständnis der Folgen für die Stromstärke „vor“ und „nach“ einem veränderten Widerstand (Urban-Woldron, 2012, S. 209). Rhöneck beschreibt diese Denkweise der SchülerInnen wie folgt:

„Die sequentielle Argumentation besagt, dass (!) eine Änderung „vorne“ im Stromkreis sich auf die Elemente „hinten“ im Stromkreis auswirkt, während eine (!) Änderung „hinten“ im Stromkreis sich nicht „vorne“ bemerkbar machen sollte, weil da „der Strom schon vorbei ist“.“ (Rhöneck, 1986, S. 11)

Abbildung 12: Wie viele SchülerInnen wählen verschieden Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Sequentielle Argumentation“?



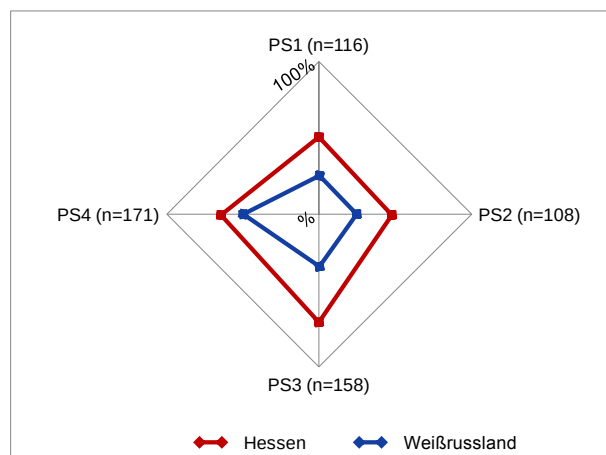
In der vorliegenden Studie lassen sich in Bezug auf die sequentielle Argumentation in beiden Ländern unterschiedliche Muster erkennen. In Bezug auf das Konstrukt SA2 zeigen die weißrussischen SchülerInnen diese Schülervorstellung etwas häufiger – 26% der SchülerInnen – als die SchülerInnen aus Hessen – 21%. Dabei lässt sich die Antwortkombination SA 4 nur bei 13% der SchülerInnen aus Weißrussland und 49% der SchülerInnen aus Hessen identifizieren. Dieses Ergebnis stimmt mit den Ergebnissen von Rhöneck überein. In seiner Untersuchung variieren die Ergebnisse

³ Der Originaltext wurde durch die Verfasserin aus dem Russischen ins Deutsche übersetzt. „То есть получается так, если он закон Ома хорошо усвоил, то он сразу видит, что и как оно меняется. Что если сопротивление увеличивается, то сила тока уменьшается. Если у него заблуждение в этой формуле возникло, то отсюда и неправильное представление.“

diesbezüglich zwischen 12% bei einer Antwortkombination und 30% bei einer weiteren Antwortkombination.

Parallel geschaltete Widerstände werden nur als solche erkannt, wenn sie parallel zueinander gezeichnet sind (Urban-Woldron, 2012, S. 206). Relativ hohe Häufigkeiten entsprechender Antwortkombinationen in der vorliegenden Studie bestätigen diese Erkenntnis. Nachfolgend werden diese sowohl empirisch (siehe Abbildung 7) als auch mit Erklärungen der Lehrkräfte genauer beschrieben.

Abbildung 13: Wie viele SchülerInnen wählen verschiedene Antwortkombinationen bzgl. der Fehlvorstellung „Probleme mit Parallelschaltung“?



Eine Lehrkraft aus Hessen argumentiert wie folgt:

„Was ich gemerkt habe, was ihnen einfach schwer fällt, ist so dieses mit Reihen- und Parallelschaltung. Ein Erlebnis war im Experiment... ich lasse das wirklich so ein bisschen selbst zu erfahren mit den Lampen rein und raus. Aber wenn sie dann eine Skizze haben, tun sie sich einfach total. Mit diesem Reihenberechnungen...also...das nur URI es geht noch. Aber sobald Parallelschaltungen, Reihenschaltung dazu kommen und dann noch Widerstand dazu kommt, tun sie sich total schwer. Aber es sind auch sehr kleine Unterrichtseinheiten. Es fehlt auch die Zeit zu üben und das zu festigen. Wobei ich viel mit Parallelschalung gemacht habe. Wirklich gezeigt habe, dass das nicht nur immer parallel zu diesen typischen parallel sein muss... Aber so etwas wird schnell vergessen.“(H_3_131-142)

„Ja, Schemen zu lesen ist, ja, es gibt tatsächlich Schwierigkeiten. Ja, wenn wir dieses Thema behandeln, dass zeichnen wir diese Schemen ab. Aber wir zeichnen es so, dass wir es ausdehnen. Also, ich sage dann, Kinder, wir nehmen diese zwei Punkte und dehnen das Bild auseinander in verschiedene Richtungen. Dann sehen sie dies ganz genau an. Erst wenn sie dies selbst gemacht haben, also hier ist Stromquelle, dann sehen sie ein Knoten, und so weiter. Das heißt, sie sehen dies Schritt für Schritt. Also, damit solche Fehlvorstellungen nicht entstehen, zeichnen wir ein äquivalentes Schema ab. Das heißt, sie bleibt offen und sie sehen das. Hier ist Strom, hier wird er geteilt, hier ist Widerstand und hier ist Widerstand an dieser Stelle. Also, wir dehnen dies.“⁴(W_1_154-165)

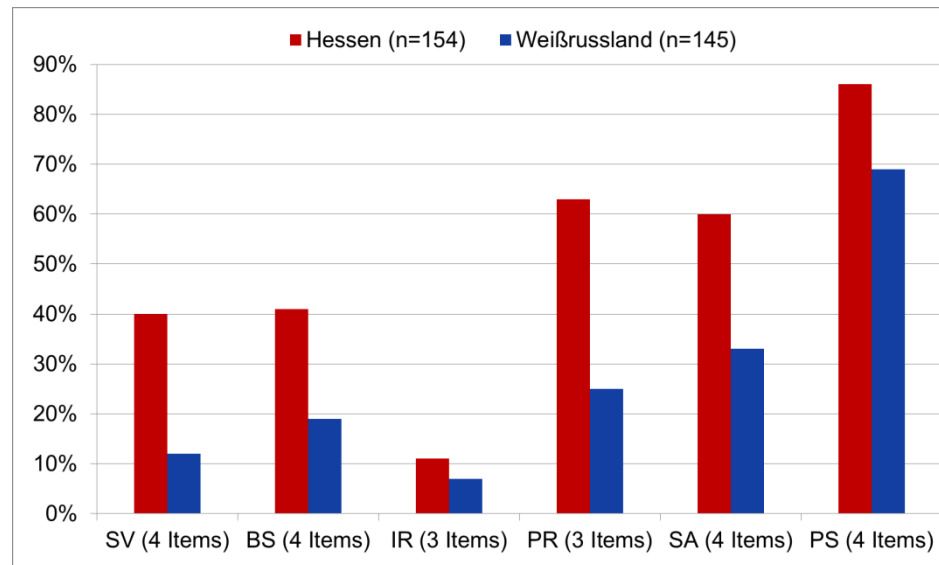
Ein weiteres Problem zeigen die SchülerInnen bei der Vorstellung „lokales Denken“. In diesem Fall wird die Stromstärke an dem Verzweigungspunkt unabhängig von vorhandenen Widerständen und Spannung berechnet. Von weitergehendem Interesse ist außerdem die Frage, wie viele SchülerInnen das lokale statt systematische Denken zeigen. Unter dieser Schülervorstellung versteht man eine Denkweise, die Rhöneck wie folgt formulierte: „die Ströme werden so aufgeteilt, als „würde der Strom nicht, was anschließend im Stromkreis passiert“ (Rhöneck, 1986, S. 12). Dazu werden die Antworten auf die Frage nach der Größe der Stromstärke in den Verzweigungen analysiert. Die richtige Antwort – also $I_1 = I_2 = I_3 = 0,4 \text{ A}$ – gaben hierzu 13% der SchülerInnen aus Hessen und 56% der SchülerInnen aus Weißrussland. 33% der SchülerInnen aus Hessen und 14% SchülerInnen aus Weißrussland gaben an, dass die Stromstärke in den Verzweigung anderes verteilt wird und zwar wie folgt: $I_1 = 0,6 \text{ A}$, $I_2 = I_3 = 0,3 \text{ A}$. Diese Ergebnisse sind deutlich besser im Vergleich zu den Ergebnissen von Rhöneck (1986), wo 60% der SchülerInnen Probleme mit lokaler Argumentation zeigten. Des Weiteren treten fast

⁴Der Originaltext wurde durch die Verfasserin aus dem Russischen ins Deutsche übersetzt. „Да, чтение схемы – это есть такой момент, то есть бывают сложности. Да, мы когда учимся, при решении задач, мы перерисовываем эту схему. Мы рисуем эквивалентную схему, мы ее растягиваем. Я им говорю, ребят, мы за вот эти две точки взяли и потянули в разные стороны и тогда они четко видят. Вот когда они потянули...то есть вот здесь у нас пошла клемма источника, они увидели один, потом они пришли на узел, из узла они увидели... то есть вот они увидели последовательно. То есть, чтобы не было таких моментов, мы всегда рисуем в эквивалентную схему. То есть она получается не замкнутая и они четко видят. Вот пошел ток, вот он разделился, вот напряжение вот здесь, вот напряжение на этом участке цепи. То есть мы рисуем эквивалентную схему, мы растягиваем.“

ähnliche Ergebnisse (6% in Weißrussland, 11% in Hessen, 10% bei Rhöneck) bei der Antwortkombination $I_1=I_2=I_3=1,2$ A auf (Rhöneck, 1986, S. 12).

Im nächsten Schritt wurde analysiert, wie viele SchülerInnen typische Schülervorstellungen mindestens einmal zeigten. Auf der Abbildung 8 werden diese graphisch dargestellt.

Abbildung 14: Wie viele SchülerInnen zeigen welche Schülervorstellungen?



Aus dieser Abbildung lässt sich erkennen, dass die SchülerInnen aus Hessen deutlich häufiger falsche Vorstellungen über physikalische Begriffe und Zusammenhänge im Themenfeld der Elektrizitätslehre zeigen als die SchülerInnen aus Weißrussland. Der kleinste Anteil der SchülerInnen aus den beiden Ländern zeigte die Vorstellungen in Bezug auf inversen Widerstand: 10% der SchülerInnen aus Hessen und 7% aus Weißrussland. Obwohl diese Vorstellung in didaktischen Untersuchungen berücksichtigt wird (Urban-Woldron, 2012, Rhöneck, 1986), geben die Lehrkräfte in Interviews an, dass diese in ihrer Praxis selten vorkommt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass SchülerInnen aus Weißrussland ein deutlich sichereres Verständnis und eine sicherere Verwendung der physikalischen Fachbegriffe zur Elektrizitätslehre aufweisen. Darüber hinaus weisen die Ergebnisse darauf hin, dass Fehlvorstellungen unter den SchülerInnen in Weißrussland zum größten Teil durch einen Mangel an Literatur zu Fehlvorstellungen in der Elektrizitätslehre erklärt werden können, da diese in der Praxis sehr selten und nicht systematisch auftreten. In Hessen

wurden dagegen die bereits bekannten Tendenzen zu Schülervorstellungen weitgehend bestätigt und benötigen weitere Untersuchungen.

5 Fazit

In der vorliegenden Arbeit steht das Thema „Elektrizitätslehre“ im Mittelpunkt einer empirischen vergleichenden Analyse in Hessen, einem deutschen Bundesland, und in Weißrussland. Die Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre wurden mit Hilfe des Testinstruments von Urban-Woldron (2012) untersucht. Dazu wurden insgesamt 299 SchülerInnen aus Gymnasien in beiden Ländern befragt. Das Besondere an dieser Arbeit ist, dass in diesen beiden Ländern sehr unterschiedliche Bildungssysteme mit verschiedenen Historien und Traditionen herrschen. Um die Nachhaltigkeit des Gelernten und die Lernschwierigkeiten der SchülerInnen in diesem Bereich zu untersuchen, wurde diese Studie einheitlich unter den SchülerInnen in der Sekundarstufe I mindestens sechs Monate nach der Bearbeitung des Themas Elektrizitätslehre in den jeweiligen Klassen durchgeführt. Für diese Studie war es besonders wichtig zu untersuchen, ob und inwiefern die SchülerInnen physikalische Begriffe und Zusammenhänge in diesem Themenbereich wiedergeben konnten sowie welche bekannten Schülervorstellungen sich dabei erkennen ließen. Ferner wurde genauer analysiert, ob es bestimmte Gemeinsamkeiten und Unterschiede unter den SchülerInnen der beiden Länder mit Blick auf ihr Verständnis des Themas gibt. Auf der Basis der erhobenen und statistisch ausgewerteten Daten lässt sich feststellen, dass die SchülerInnen aus Weißrussland über ein deutlich besseres Verständnis bzgl. physikalischer Begriffe und Zusammenhänge in diesem Themenbereich verfügen. Trotz der insgesamt besseren Ergebnisse in dieser Untersuchung im Vergleich zu anderen Studien, wurden auch die bekannten Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre identifiziert. Die Gymnasiasten aus Hessen zeigten zwar etwas bessere Kenntnisse im Vergleich zu den vorherigen Studien, spiegeln jedoch die Ergebnisse von österreichischen SchülerInnen wider. Eine Erklärung dieser Unterschiede hinsichtlich der Lösungshäufigkeiten der SchülerInnen aus Hessen und Weißrussland wurde in der Arbeit ausführlich dargestellt und mit Hilfe von qualitativen Interviews mit fünf beteiligten Lehrkräften thematisiert.

Um eine weitere Untersuchung in diesem Bereich zu wiederholen bzw. vertiefend zu untersuchen, sollten die folgenden Aspekte mitbedacht werden.

Zum Einen wäre es interessant zu prüfen, mit welchen Vorstellungen zur Elektrizität die SchülerInnen in den Physikunterricht kommen. Mit welchen Vorstellungen diese direkt nach der Bearbeitung des Themas den Unterricht abschließen und welche Vorstellungen sich in diesem Bereich nach mindestens sechs Monaten bei denselben SchülerInnen identifizieren lassen. Um dieses Untersuchungsmodell umsetzen zu können, sollte von einer anonymen Befragung der SchülerInnen Abstand genommen werden. Insofern sollten die Fragebögen mit Namen, Geschlecht und Bearbeitungszeit der SchülerInnen versehen werden, damit eine ordentliche Datenauswertung erfolgen kann. Erst durch ein solches kompliziertes Verfahren könnte eine ausführliche Aussage erhoben werden zu der Fragestellung, ob und inwiefern die Fehlvorstellungen der SchülerInnen durch den Physikunterricht reduziert werden. Die Perspektiven der beteiligten Lehrkräfte sollten dabei stets berücksichtigt werden, um die Ergebnisse und Erkenntnisse der Analysen zurück in die Praxis zu geben und somit einen Beitrag zur Steigerung der Unterrichtsqualität zu leisten.

6 Literaturverzeichnis

Alma Mater., (2011): Гимназии в Беларуси: статистика. AlmaMater.
<http://am.zoomby.org/node/833> (zuletzt aufgerufen: 30.10.2015)

Bildungsministerium für Bildung und Forschung: PISA- programme for
international student assessment. [https://www.bmbf.de/de/pisa-
programme-for-international-student-assessment-81.html](https://www.bmbf.de/de/pisa-programme-for-international-student-assessment-81.html) (zuletzt
aufgerufen: 29.10.2015)

Borisova, G., Kuusele, T., (2009): Review of education sector development in
Belarus. ETF – European Training Foundation.
[http://www.etf.europa.eu/webatt.nsf/0/C12578310056925BC12576
CC00613070/\\$file/NOTE82RD44.pdf](http://www.etf.europa.eu/webatt.nsf/0/C12578310056925BC12576CC00613070/$file/NOTE82RD44.pdf) (zuletzt aufgerufen:
07.10.2015)

Dresing, T., Pehl, T., (2013): Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse.
Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. Marburg:
5. Auflage

Duit, R., (2002): Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In: Kircher, E.,
Schneider, W. (Hrsg.), (2002): Physikdidaktik in der Praxis. Berlin
Heidelberg, Springer-Verlag, S. 1-26

Елисеева, И., Черепок, А.: Методика проведения лабораторных работ по
физике с использованием современных средств обучения.
Белорусский государственный педагогический университет.
Беларусь.
[http://www.rusnauka.com/15_NPN_2013/Pedagogica/5_137889.do
c.htm](http://www.rusnauka.com/15_NPN_2013/Pedagogica/5_137889.doc.htm) (zuletzt aufgerufen: 07.11.2015)

Euler, R., (2014): Rückkehr zu G9 soll schnell ermöglicht werden. Frankfurter
Allgemeine Rhein-Main. Wiesbaden.
[http://www.faz.net/aktuell/rhein-
main/hessen/schulgesetzaenderung-in-hessen-rueckkehr-zu-g9-soll-
schnell-ermoeglicht-werden-12826444.html](http://www.faz.net/aktuell/rhein-main/hessen/schulgesetzaenderung-in-hessen-rueckkehr-zu-g9-soll-schnell-ermoeglicht-werden-12826444.html) (zuletzt aufgerufen
04.10.2015)

Fischer, H., Draxler, D., (2002): Konstruktion und Bewertung von Physikaufgaben. In: Kircher, E., Schneider, W. (Hrsg.), (2002): Physikdidaktik in der Praxis. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, S. 300-322

Галузо, И.В., (2014): Физика. Астрономия 5-11 классы: примерное календарно-тематическое планирование: 2014-2015 учебный год: пособие для учителей учреждений общего среднего образования, Минск. НИО: Аверсэв

Hanack, P., (2014): Gymnasiasten zurück zu G9. Frankfurter Rundschau. <http://www.fr-online.de/rhein-main/schulen-in-hessen-gymnasiasten-zurueck-zu-g9,1472796,28330520.html> (zuletzt aufgerufen: 19.11.2015)

Hecht, M., Heitmann, P., Jansen, M., Kampa, N., Klebba, N., Lenski, A., Schroeders, U., Siegle E. in Pant, H. , Pöhlmann, C. , Roppelt, A., Schroeders, U., Siegle, T., Stanat, P., (Hrsg.), (2013): IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I. Waxmann: Münster, New York, München, Berlin, S. 141-157. <https://www.iqb.hu-berlin.de/laendervergleich/laendervergleich/lv2012/Bericht.pdf> (Zugriff am 20.10.2015)

Hessisches Kultusministerium, (2011): Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen Sekundarstufe I – Gymnasium. https://la.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HKM_15/LSA_Internet/med/a73/a7335d0c-f86a-821f-012f-31e2389e4818,22222222-2222-2222-2222-222222222222 (zuletzt aufgerufen 14.11.2015)

Hessisches Kultusministerium: Bildungsstandards, Kerncurricula und Lehrpläne. <https://kultusministerium.hessen.de/schule/bildungsstandards-kerncurricula-und-lehrplaene> (zuletzt aufgerufen 25.10.2015)

Hessisches Kultusministerium : Ferien in Hessen.

<https://kultusministerium.hessen.de/schule/ferien-hessen>(zuletzt
aufgerufen 25.10.2015)

Hessisches Kultusministerium: Kerncurriculum Hessen Sekundarstufe I –
Gymnasium.

[http://www.stshef.de/html/kerncurr/PDF/FB_III/Physik/KC_Physik
_%C3%9CSekII_2011.pdf](http://www.stshef.de/html/kerncurr/PDF/FB_III/Physik/KC_Physik_%C3%9CSekII_2011.pdf)(zuletzt aufgerufen: 07.10.2015)

Hessisches Kultusministerium, (2010): Lehrplan Physik.

[file:///D:/Users/Office/Downloads/Physik%20\(28\).pdf](file:///D:/Users/Office/Downloads/Physik%20(28).pdf) (zuletzt
aufgerufen: 05.11.2015)

Hessisches Kultusministerium: Parallelangebot G8/ G9.

[https://kultusministerium.hessen.de/schule/schulformen/gymnasiu
m/g8-und-g9/parallelangebot-g8g9](https://kultusministerium.hessen.de/schule/schulformen/gymnasiu
m/g8-und-g9/parallelangebot-g8g9) (zuletzt aufgerufen:
17.10.2015)

Hessisches Kultusministerium: Verordnung zur Gestaltung des

Schulverhältnisses. [http://www.leb-
hessen.de/fileadmin/user_upload/downloads/Rechtliches/Gestaltun
g_Schulverhaeltnis.pdf](http://www.leb-
hessen.de/fileadmin/user_upload/downloads/Rechtliches/Gestaltun
g_Schulverhaeltnis.pdf) (zuletzt aufgerufen: 12.11.2015)

Hopf, M., Schecker, H., Wiesner H. (Hrsg.), (2011): Physikdidaktik kompakt.
Aulis Verlag

Жегуло, В., (2012): Минск 2012: рейтинг школ, лицеев и гимназий.

<http://www.interfax.by/article/95281> (zuletzt aufgerufen:
12.11.2015)

Kircher, E., Schneider, W. (Hrsg.), (2002): Physikdidaktik in der Praxis. Berlin
Heidelberg, Springer-Verlag

Kircher, G., Häußler (Hrsg.), (2007, 2009): Physikdidaktik. Theorie und
Praxis. 2. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer

Киселёва, А.В., Анцулевич В.И., (2014): Уроки физики в 6-11 классах,
Минск. Аверсэв

- Кодекс Республики Беларусь об образовании, (2011). kodeksy-by.com.
http://kodeksy-by.com/kodeks_ob_obrazovanii_rb.htm (zuletzt
aufgerufen: 31.10.2015)
- Krapp, M., Nebel, J., (2011): Methoden der Statistik. Vieweg+Teubner Verlag
Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
- Mikelskis, H. F.(Hrgs.), (2010): Physik Didaktik. Praxishandbuch für die
Sekundarstufe I und II. 2. Auflage. Berlin: Cornelsen
- Министерство здравоохранения Республики Беларусь, (2012):
Постановление №206. [http://www.svetlcge.by/wp-
content/uploads/2012/04/post_mzrb_206_27122012.pdf](http://www.svetlcge.by/wp-content/uploads/2012/04/post_mzrb_206_27122012.pdf) (zuletzt
aufgerufen: 17.11.2015)
- Министерство образования РБ, (2015): Учебные четверти каникулы в
2015/2016 учебном году. Белта.
[http://www.belta.by/society/view/uchebnye-zanjatija-v-belarusi-v-
20152016-uchebnom-godu-nachnitsja-1-sentjabrja-159302-2015/](http://www.belta.by/society/view/uchebnye-zanjatija-v-belarusi-v-20152016-uchebnom-godu-nachnitsja-1-sentjabrja-159302-2015/)
(zuletzt aufgerufen: 02.11.2015)
- Muckenfuß, H., (1980): Wie können Schüler die Grundbegriffe und Gesetze
der Elektrizitätslehre „verstehen“? In: (1980), Der
Physikunterricht, 14 (4), S. 30-34
- Müller, R., Wodzinski, R., Hopf, M., (Hrsg.), (2004/2011):
Schülervorstellungen in der Physik. Aulis Verlag
- PISA und IGLU <http://www.tresselt.de/pisa.htm>(zuletzt aufgerufen:
17.11.2015)
- State University (2015): Belarus - Secondary Education. Verfügbar auf:
[http://education.stateuniversity.com/pages/143/Belarus-
SECONDARY-EDUCATION.html](http://education.stateuniversity.com/pages/143/Belarus-SECONDARY-EDUCATION.html) (zuletzt aufgerufen:
27.10.2015)
- Statistisches Bundesamt. Allgemeinbildende Schulen, Fachserie 11 Reihe 1 -
Schuljahr 2013/14,
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungFors>

[chungKultur/Schulen/AllgemeinbildendeSchulen2110100147004.pdf?__blob=publicationFile](#) (zuletzt aufgerufen: 29.10.2015)

Unbekannt, (2010): Mittelstufenschule in Hessen. http://lebhessen.de/fileadmin/user_upload/downloads/2010/weitere_publicationen/010_02_25_Schulentwicklung_Mittelstufenschule_Konzeption.pdf (zuletzt aufgerufen 15.11.2015)

Unbekannt: Study on teacher education for primary and secondary education in six eastern partnership countries: Belarus. GHK, Education and Culture.
http://eacea.ec.europa.eu/tempus/participating_countries/study/belarus_country_fiche_final_annex_3.pdf (zuletzt aufgerufen: 17.11.2015)

Unbekannt: Я и общество. Изучаем Беларусь.
[http://www.belstat.gov.by/kscms/uploads/file/obrazovanie_\(1\).pdf](http://www.belstat.gov.by/kscms/uploads/file/obrazovanie_(1).pdf) (zuletzt aufgerufen: 29.10.2015)

Urban-Woldron, H., Hopf, M., (2012): Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in der Elektrizitätslehre. In: (2012), Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaft, S. 203-229

v. Rhöneck, C., (1986): Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis. In: (1986), Heft „Naturwissenschaften im Unterricht- Physik/ Chemie“, № 13, S. 10-14

Воробей, М., (2014): Рейтинг школ Беларуси по результатам централизованного тестирования: города, места, баллы, предметы. Новости tut.by. <http://news.tut.by/society/421765.html> (zuletzt aufgerufen: 07.10.2015)

Wodzinski, R., (1996): Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten. In: Müller, R., Wodzinski, R., Hopf, M., (2004): Schülervorstellungen in der Physik. Köln. Aulis Verlag Deubner

7 Anhang

7.1 Erhebungsinstrument auf Deutsch

Der Test wird vorgestellt in:

Urban-Woldron, Hildegard und Martin Hop. 2012. Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in der Elektrizitätslehre, in: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 18, 2012, S. 201-227.

Testinstrument Elektrizitätslehre (22 Items)

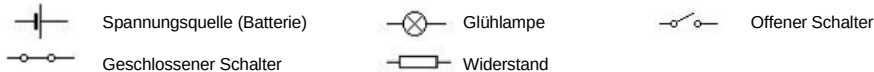
Bei diesem Test handelt es sich ausschließlich um ideale Batterien. Sie besitzen eine konstante Spannung und keinen Innenwiderstand.

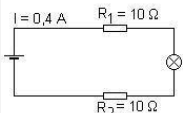
Ebenso sind verbindende Leitungen widerstandslos.

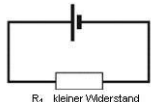
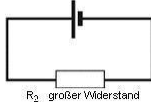
Die Lampen in diesem Test besitzen nicht wie die meisten tatsächlichen Lampen einen vom Strom abhängigen Widerstand.

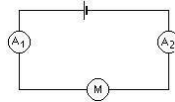
Falls nicht anders angegeben, sind alle Lampen, alle Batterien und alle Widerstände in einem Beispiel gleich.

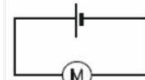
Es werden die bekannten Symbole verwendet:



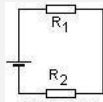
Item 2	In einem Stromkreis mit einer Glühlampe und den Widerständen $R_1 = 10\Omega$ und $R_2 = 10\Omega$ beträgt die Stromstärke $I = 0,4\text{ A}$. Widerstand R_1 wird nun durch den Widerstand $R_3 = 20\Omega$ ersetzt.	
	Welchen Einfluss hat das auf die Stromstärke durch die Glühlampe?	
☐	Die Stromstärke ist nun kleiner als $0,4\text{ A}$.	
☐	Die Stromstärke ist genau so groß wie vorher.	
☐	Die Stromstärke ist jetzt größer als $0,4\text{ A}$.	

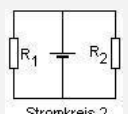
Item 3	Der Widerstand R_1 im Stromkreis (Abb. rechts oben) ist klein. Er wird durch einen größeren Widerstand R_2 ersetzt (Abb. rechts unten).	
a)	Was geschieht mit der Stromstärke im Stromkreis?	
☐	Sie wird größer.	
☐	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
☐	Sie bleibt gleich.	
☐	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
☐	Die Batterie ist nicht stark genug, um überhaupt Strom durch den größeren Widerstand zu treiben.	
☐	Die Batterie kann nicht einen so großen Strom wie vorher durch den größeren Widerstand treiben.	
☐	Ein größerer Widerstand braucht mehr Strom als ein kleinerer Widerstand.	
☐	Es ist dieselbe Batterie; daher bleibt auch die Stromstärke gleich.	

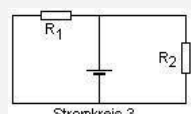
Item 4	Im Stromkreis rechts ist eine Batterie mit einem Motor verbunden.	
a)	Was kannst du über die Anzeigen der beiden Amperemeter aussagen?	
☐	A1 zeigt eine höhere Stromstärke an.	
☐	Beide Amperemeter zeigen die gleiche Stromstärke an.	
☐	A2 zeigt eine höhere Stromstärke an.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
☐	Im gesamten Stromkreis ist die Stromstärke gleich.	
☐	Ein Teil des Stroms wird vom Motor verbraucht.	
☐	Der gesamte Strom wird vom Motor verbraucht.	

Item 6	Ein Stromkreis besteht aus einer Batterie und einem Motor. Der Motor läuft (Abb. rechts oben). Dann wird ein zweiter gleicher Motor hinzugefügt (Abb. rechts unten).	
a)	Welchen Einfluss hat das auf die Stromstärke im Stromkreis?	
☐	Sie wird größer.	
☐	Sie bleibt gleich.	
☐	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
☐	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
☐	Die Batterie ist nicht stark genug, überhaupt Strom durch zwei Motoren anzutreiben.	
☐	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.	
☐	Die Batterie kann nicht so viel Strom wie vorher durch beide Motoren treiben.	
☐	Zwei Motoren brauchen mehr Strom als einer.	
☐	Der Strom teilt sich auf beide Motoren auf; so wird er halbiert.	

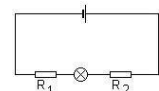
Item 7	Im Stromkreis rechts siehst du vier identische Lampen, die mit einer Batterie verbunden sind. Der Schalter S ist, wie dargestellt, anfänglich geschlossen.	
	Was geschieht mit dem Strom durch Lampe L₂, wenn der Schalter S geöffnet wird?	
☐	Die Stromstärke durch L ₂ wird größer.	
☐	Die Stromstärke durch L ₂ bleibt gleich.	
☐	Die Stromstärke durch L ₂ wird kleiner.	
☐	Mit den gegebenen Informationen ist die Frage nicht zu beantworten.	

Item 9	In welcher Schaltung oder in welchen Schaltungen (siehe Abbildungen rechts) sind die Widerstände R ₁ und R ₂ parallel zur Batterie geschaltet?	
☐	Stromkreise 1, 2 und 3	
☐	Stromkreis 2	
☐	Stromkreis 1	
☐	Stromkreise 1 und 2	
☐	Stromkreise 2 und 3	

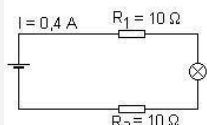




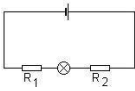
Item 10	Im Stromkreis rechts unten sind zwei Widerstände und eine Glühlampe an eine Batterie angeschlossen. Was passiert mit der Helligkeit der Lampe, wenn R₂ gleich bleibt und R₁ verkleinert wird?	
☐	Die Lampe leuchtet heller.	
☐	Die Lampe leuchtet gleich hell.	
☐	Die Lampe leuchtet weniger hell.	



Item 13	In einem Stromkreis mit einer Glühlampe und den Widerständen R ₁ = 10Ω ☐ und R ₂ = 10Ω ☐ beträgt die Stromstärke I = 0,4 A. Widerstand R ₂ wird nun durch den Widerstand R ₃ = 20Ω ersetzt.	
	Welchen Einfluss hat das auf die Stromstärke durch die Glühlampe?	
☐	Die Stromstärke ist nun kleiner als 0,4 A.	
☐	Die Stromstärke ist genau so groß wie vorher.	
☐	Die Stromstärke ist jetzt größer als 0,4 A.	

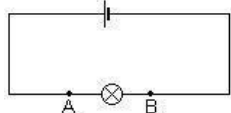


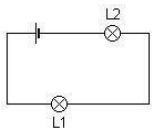
Item 14	Welche Widerstände in der Abbildung rechts sind parallel geschaltet ?	
☐	R_1 und R_2 .	
☐	R_1 und R_3 .	
☐	Keiner der Widerstände ist mit einem anderen parallel geschaltet.	
☐	R_2 und R_3	

Item 15	Im Stromkreis rechts unten sind zwei Widerstände und eine Glühlampe an eine Batterie angeschlossen. Was passiert mit der Helligkeit der Lampe, wenn R_1 gleich bleibt und R_2 verkleinert wird?	
☐	Die Lampe leuchtet heller.	
☐	Die Lampe leuchtet gleich hell.	
☐	Die Lampe leuchtet weniger hell.	

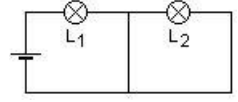
Item 16	Die Birnchen im folgenden Stromkreis sind alle gleich. Die Gesamtstromstärke beträgt 1,2 A. Wie groß sind die Stromstärken in den Verzweigungen? Ergänze die fehlenden Werte für I_1, I_2 und I_3!	
	Stromstärke $I_1 =$ A	
	Stromstärke $I_2 =$ A	
	Stromstärke $I_3 =$ A	

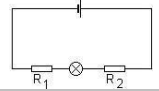
Item 20	In welchen Stromkreisen (siehe Abb. rechts) sind die beiden Lampen L_1 und L_2 parallel zur Batterie geschaltet?		
☐	Stromkreis 1		
☐	Stromkreis 2		
☐	Stromkreis 3		
☐	Stromkreise 1 und 2		
☐	Stromkreise 1, 2 und 4		

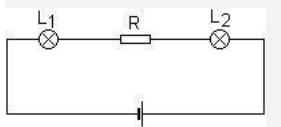
Item 22	Die Glühbirne (vgl. Schaltung in der Abbildung rechts) leuchtet.	
a)	Was kannst du über die Stromstärke bei den Punkten A und B aussagen?	
☐	Die Stromstärke ist bei A größer als bei B.	
☐	Die Stromstärke ist bei B größer als bei A.	
☐	Die Stromstärke ist bei A und bei B gleich groß.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
☐	Es fließt im gesamten Stromkreis der gleiche Strom.	
☐	Ein Teil des Stroms wird von der Glühbirne verbraucht.	
☐	Der gesamte Strom wird von der Glühbirne verbraucht.	

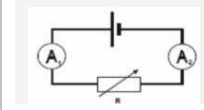
Item 21	Betrachte den Stromkreis auf der rechten Seite. a) Wie hell werden die Glühbirnen leuchten?	
☐	Beide Glühbirnen leuchten. L1 leuchtet heller als L2.	
☐	Beide Glühbirnen leuchten. L2 leuchtet heller als L1.	
☐	Beide Glühbirnen leuchten gleich hell.	
☐	L1 leuchtet. L2 leuchtet nicht.	
☐	L2 leuchtet. L1 leuchtet nicht.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
☐	L1 verbraucht den gesamten Strom. Es ist daher kein Strom mehr für L2 übrig.	
☐	L1 verbraucht einen Teil des Stroms. Es ist daher nur mehr weniger Strom für L2 übrig.	
☐	Der elektrische Strom ist überall im Stromkreis gleich.	
☐	Der Strom wird gleichmäßig auf beide Glühbirnen aufgeteilt.	
☐	L2 ist näher bei der Batterie. Daher bekommt sie mehr Strom.	

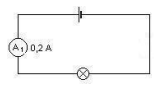
Item 23	Ein Stromkreis besteht aus einer Batterie, einem Widerstand R und einem Amperemeter. Das Amperemeter zeigt die Stromstärke an (Abb. rechts oben).	
a)	Was passiert mit der Anzeige des Amperemeters, wenn ein zweiter gleicher Widerstand R hinzugefügt wird?	
☐	Sie wird größer.	
☐	Sie bleibt gleich.	
☐	Sie wird kleiner, aber nicht Null.	
☐	Es fließt kein Strom mehr.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
☐	Zwei Widerstände brauchen mehr Strom als einer.	
☐	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.	
☐	Der Strom halbiert sich und teilt sich auf beide Widerstände auf.	
☐	Die Batterie kann nicht so viel Strom wie vorher durch beide Widerstände treiben.	
☐	Die Batterie ist nicht stark genug, überhaupt Strom durch zwei Widerstände anzutreiben.	

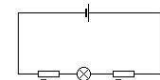
Item 24	Vergleiche die Helligkeiten der Lampen L1, L2 und L3 in den beiden Stromkreisen (Abb. unten). Welche Lampe oder welche Lampen leuchten am hellsten?	
☐	Lampe L1 leuchtet am hellsten.	
☐	Lampe L2 leuchtet am hellsten.	
☐	Lampe L3 leuchtet am hellsten.	
☐	Die Lampen L1 und L2 leuchten am hellsten.	
☐	Die Lampen L1 und L3 leuchten am hellsten.	

Item 25	Im Stromkreis rechts unten sind zwei Widerstände und eine Glühlampe an eine Batterie angeschlossen. Wie ändert sich die Helligkeit der Lampe, wenn R1 gleich bleibt und R2 vergrößert wird?	
☐	Die Lampe leuchtet heller.	
☐	Die Lampe leuchtet gleich hell.	
☐	Die Lampe leuchtet weniger hell.	

Item 26	Im Stromkreis rechts unten leuchten beide Lampen L_1 und L_2 mit gleicher Helligkeit. Was passiert mit der Helligkeit der beiden Lampen L_1 und L_2, wenn der Widerstand R vergrößert wird?	
☐	L_1 bleibt gleich hell, L_2 leuchtet schwächer.	
☐	L_1 leuchtet schwächer, L_2 bleibt gleich hell.	
☐	L_1 und L_2 leuchten nun beide stärker.	
☐	L_1 und L_2 leuchten nun beide schwächer.	
☐	L_1 und L_2 leuchten gleich hell wie vorher.	

Item 27	Der Stromkreis rechts besteht aus zwei Amperemetern und einem regelbaren Widerstand.				
	Beide Amperemeter zeigen die Stromstärke an.				
	Nun wird der Widerstand R vergrößert.				
	a)	Wie verändert sich dadurch die Anzeige von Amperemeter A ₁ ?		b)	Wie verändert sich die Anzeige von Amperemeter A ₂ ?
	☐	Sie wird größer.		☐	Sie wird größer.
☐	Sie bleibt gleich.	☐	Sie bleibt gleich.		
☐	Sie wird kleiner.	☐	Sie wird kleiner.		
c)	Wie erklärst du deine Entscheidung?				
☐	Ein größerer Widerstand braucht mehr Strom als ein kleinerer Widerstand.				
☐	Es ist dieselbe Batterie; daher liefert sie denselben Strom.				
☐	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke überall im Stromkreis.				
☐	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke nach dem Widerstand. Sie beeinflusst daher den Strom vor dem Widerstand nicht.				
☐	Eine Vergrößerung des Widerstands führt zu einer Verringerung der Stromstärke nach dem Widerstand. Daher wird der Strom vor dem Widerstand größer.				

Item 28	Im Stromkreis rechts leuchtet die Glühlampe und das Amperemeter A_1 zeigt eine Stromstärke von 0,2 A an. Nun wird ein zweites Amperemeter A_2 auf der anderen Seite des Stromkreises eingebaut (siehe Abb. rechts unten). Was zeigt das Amperemeter A_2 an?	
☐	Mehr als 0,2 A.	
☐	Genau 0,2 A.	
☐	Weniger als 0,2 A, aber nicht 0 A.	
☐	0 A.	
b)	Wie erklärst du deine Entscheidung?	
☐	Im gesamten Stromkreis ist die Stromstärke gleich.	
☐	Ein Teil des Stroms wird von der Glühlampe verbraucht.	
☐	Der gesamte Strom wird von der Glühlampe verbraucht.	

Item 29	Im Stromkreis rechts unten sind zwei Widerstände und eine Glühlampe an eine Batterie angeschlossen. Was passiert mit der Helligkeit der Lampe, wenn R_2 gleich bleibt und R_1 vergrößert wird?	
☐	Die Lampe leuchtet heller.	
☐	Die Lampe leuchtet gleich hell.	
☐	Die Lampe leuchtet weniger hell.	

Item 30	In welcher Schaltung oder in welchen Schaltungen (siehe Abbildungen rechts) sind die Widerstände R_1 und R_2 parallel zur Batterie geschaltet?	
☐	Stromkreis 1, 2 und 3	
☐	Stromkreis 2	
☐	Stromkreis 1	
☐	Stromkreis 1 und 2	
☐	Stromkreis 2 und 3	

7.2 Erhebungsinstrument auf Russisch

Тестинструмент по теме «Электричество» Testinstrument Elektrizitätslehre (22 Items)

В этом тесте рассматривается электрическая цепь с батареей с постоянным напряжением, внутреннее сопротивление цепи и соединительных кабелей отсутствует.

Все лампы в этом тесте в отличие от обычных ламп не имеют сопротивления, зависящего от силы тока.

Если нет других условий, то все лампы накаливания, все батареи и все резисторы в одном задании одинаковые.

В тесте используются следующие обозначения:



Источник напряжения



лампа



Открытый выключатель



Закрытый выключатель

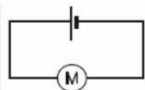


резистор

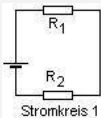
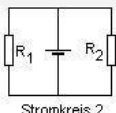
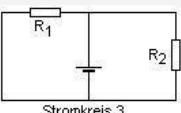
Item 2	В электрической сети с электрической лампой и резистором $R_1 = 10 \text{ Ом}$ и $R_2 = 10 \text{ Ом}$ сила тока равна $I = 0,4 \text{ А}$. Сопротивление R_1 заменяют на сопротивление $R_3 = 20 \text{ Ом}$.	
	Какое влияние окажет это на силу тока в лампе?	
☐	Сила тока будет теперь меньше, чем $0,4 \text{ А}$.	
☐	Сила тока останется такой же, как и была.	
☐	Сила тока станет теперь больше, чем $0,4 \text{ А}$.	

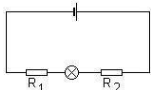
Item 3	Сопротивление R_1 (схема справа сверху) маленькое. Его заменили на резистор с большим сопротивлением R_2 (схема справа внизу).	
a)	Как изменится сила тока в электрической цепи?	
☐	Сила тока в цепи увеличится.	
☐	Сила тока в цепи станет меньше, но не ноль.	
☐	Сила тока в цепи останется прежней.	
☐	Сила тока в цепи отсутствует.	
b)	Как можно объяснить выбранный ответ?	
☐	Этой батареи не достаточно, чтобы вообще поддерживать силу тока в электроцепи с большим сопротивлением.	
☐	Батарея не может поддерживать такую же силу тока, как прежде из-за большего сопротивления.	
☐	Большее сопротивление требует ток большей силы, чем меньшее сопротивление.	
☐	Батарея осталась прежней, поэтому и сила тока не изменится.	

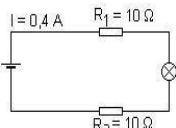
Item 4	В электрическую цепь подключён мотор (схема справа).	
a)	Какие показания будут на обоих амперметрах?	
☐	A1 покажет большую силу тока.	
☐	Показания обоих амперметров будут одинаковыми..	
☐	A2 покажет большую силу тока.	
b)	Как объяснить выбранный ответ?	
☐	Сила тока на всех участках цепи одинаковая.	
☐	Часть тока будет использована мотором.	
☐	Весь ток будет использован мотором.	

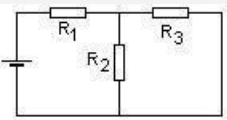
Item 6	В электрической цепи подключены батарея и работающий мотор (схема справа вверху). Потом подключили ещё один такой же мотор (схема справа внизу).	
a)	Как это повлияет на силу тока в электрической цепи?	
☐	Сила тока увеличится.	
☐	Сила тока останется прежней.	
☐	Сила тока станет меньше, но не ноль.	
☐	Сила тока будет отсутствовать.	
b)	Как можно объяснить выбранный ответ?	
☐	Батарея вообще не может поддерживать силу тока из-за двух моторов.	
☐	Батарея осталась прежней, поэтому и сила тока не изменится.	
☐	Батарея не может поддерживать прежнюю силу тока из-за двух моторов.	
☐	Для работы двух моторов требуется ток большей силы.	
☐	Сила тока разделится пополам для работы двух моторов.	

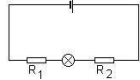
Item 7	В электрическую цепь (схема справа) подключены четыре одинаковые электролампы и батарея. Выключатель S, как показано на схеме, закрыт.	
	Какой силы будет проходить ток через лампу L₂, если выключатель S разомкнуть?	
☐	Сила тока, проходящая через лампу L ₂ увеличится.	
☐	Сила тока, проходящая через лампу L ₂ не изменится.	
☐	Сила тока, проходящая через лампу L ₂ станет меньше.	
☐	Недостаточно данных для ответа на этот вопрос.	

Item 9	На какой схеме или на каких схемах резисторы R₁ и R₂ подключены параллельно к батарее?	
☐	Схема 1, 2 и 3	
☐	Схема 2	
☐	Схема 1	
☐	Схема 1 и 2	
☐	Схема 2 и 3	
		 

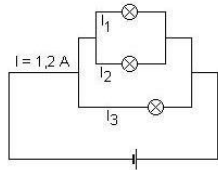
Item 10	В электрическую цепь (справа внизу) к батарее подключены два резистора и одна электролампа. Что произойдёт с яркостью лампы, если R₂ останется прежним, а R₁ уменьшить?	
☐	Станет ярче.	
☐	Останется без изменений.	
☐	Станет менее яркой.	

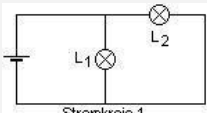
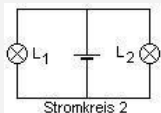
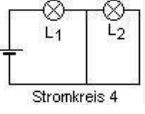
Item 13	В электрическую цепь подключены электролампа, резисторы R ₁ = 10 Ом, R ₂ = 10 Ом, сила тока I = 0,4 А. Теперь резистор R ₂ заменён на резистор R ₃ = 20 Ом.	
	Какое влияние окажет это на силу тока в электролампе?	
☐	Сила тока будет теперь меньше, чем 0,4 А.	
☐	Сила тока останется такой же.	
☐	Сила тока станет больше, чем 0,4 А.	

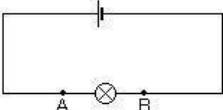
Item 14	Какие резисторы на схеме справа подключены параллельно?	
☐	R_1 и R_2 .	
☐	R_1 и R_3 .	
☐	Никакие из резисторов не подключены параллельно.	
☐	R_2 и R_3	

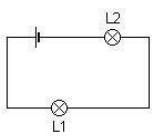
Item 15	В электрическую цепь с батареей (справа внизу) подключены два резистора и электролампа. Как изменится яркость электролампы, если R_1 оставить без изменений и R_2 уменьшить?	
☐	Яркость лампы увеличится.	
☐	Яркость лампы останется прежней.	
☐	Яркость лампы уменьшится.	

Item 16	Все лампы в электроцепи одинаковые. Суммарная сила тока составляет 1,2 А. Какова сила тока будет на разветвлениях? Каковы будут значения силы тока I_1, I_2 и I_3?	
$I_1 =$		A
$I_2 =$		A
$I_3 =$		A

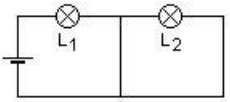


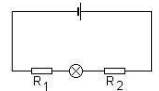
Item 20	В каких электрических цепях (схемы справа) обе лампы L_1 и L_2 подключены параллельно к батарее?		
☐	Схема 1		
☐	Схема 2		
☐	Схема 3		
☐	Схема 1 и 2		
☐	Схема 1, 2 и 4		

Item 22	Электролампа на схеме справа горит.		
a)	Что можно сказать про силу тока в точках А и В?		
☐	Сила тока в точке А больше, чем в точке В.		
☐	Сила тока в точке В больше, чем в точке А.		
☐	Сила тока в точках А и В одинакова.		
b)	Как можно объяснить выбранный ответ?		
☐	Сила тока во всей цепи одинакова.		
☐	Часть силы тока используется горячей лампой.		
☐	Вся сила тока используется горячей лампой.		

Item 21	Рассмотрите схему электроцепи на рисунке справа. а) Какова будет яркость обеих ламп?	
☐	Обе лампы горят. L1 горит ярче, чем L2.	
☐	Обе лампы горят. L2 горит ярче, чем L1.	
☐	Обе лампы горят одинаково.	
☐	L1 горит. L2 не горит.	
☐	L2 горит. L1 не горит.	
b)	Как можно объяснить выбранный ответ?	
☐	L1 использует всю силу тока. Для второй лампы L2 силы тока не остаётся.	
☐	L1 использует часть силы тока. Для второй лампы L2 остаётся меньше силы тока.	
☐	Сила тока во всей цепи одинакова.	
☐	Сила тока разделится на две лампы..	
☐	L2 находится ближе к батарее, поэтому получает больше силы тока.	

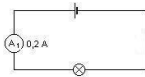
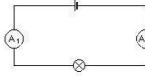
Item 23	В электрическую цепь подключены батарея, один резистор R и амперметр. Амперметр показывает силу тока (схема справа).	
a)	Как изменятся показания амперметра, если будет подключен второй такой же резистор?	
☐	Показания станут больше.	
☐	Показания не изменятся.	
☐	Показания станут меньше, но не ноль.	
☐	Ток в цепи отсутствует..	
b)	Как можно объяснить выбранный ответ?	
☐	Двум резисторам требуется ток большей силы, чем одному резистору.	
☐	Батарея осталась та же, поэтому сила тока не изменится..	
☐	Сила тока разделится на два резистора.	
☐	Батарея не может давать ток той же силы, что прежде, из-за двух сопротивлений.	
☐	Этой батарее не достаточно, чтобы вообще поддерживать силу тока в цепи из-за двух сопротивлений.	

Item 24	Сравните яркость ламп L ₁ , L ₂ и L ₃ в обоих электрических цепях (схемы внизу). Какая лампа или какие лампы горят ярче?	
☐	Лампа L ₁ горит ярче других.	
☐	Лампа L ₂ горит ярче других.	
☐	Лампа L ₃ горит ярче других.	
☐	Лампы L ₁ и L ₂ горят ярче.	
☐	Лампы L ₁ и L ₃ горят ярче.	

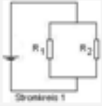
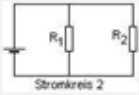
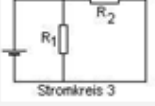
Item 25	В электрическую цепь (справа внизу) с батареей подключены два резистора и электролампа. Как изменится яркость лампы, если R₁ не изменится и R₂ увеличится?	
☐	Лампа станет гореть ярче.	
☐	Лампа будет гореть одинаково.	
☐	Лампа станет гореть менее ярко .	

Item 26	В электрической цепи (справа внизу) обе лампы L_1 und L_2 горят одинаково. Как изменится яркость ламп L_1 и L_2, если сопротивление R увеличится?	
☐	L_1 будет гореть также ярко, L_2 будет гореть менее ярко.	
☐	L_1 будет гореть менее ярко, L_2 будет гореть так же ярко.	
☐	L_1 и L_2 будут гореть одинаково ярко.	
☐	L_1 и L_2 будут гореть теперь менее ярко.	
☐	L_1 и L_2 будут гореть так же ярко, как и прежде..	

Item 27	В электрическую цепь подключены два амперметра и резистор с регулируемым сопротивлением. Оба амперметра показывают силу тока. Теперь сопротивление R увеличивают.	
a)	Как изменится показатель амперметра A_1?	b) Как изменится показатель амперметра A_2?
☐	Увеличится.	☐ Увеличится.
☐	Не изменится.	☐ Не изменится..
☐	Уменьшится.	☐ Уменьшится..
c)	Как можно объяснить выбранный ответ?	
☐	Большему сопротивлению требуется больше силы тока, чем меньшему сопротивлению.	
☐	Батарея осталась прежней, поэтому сила тока не изменится. .	
☐	Увеличение сопротивления ведёт к уменьшению силы тока во всей электрической цепи.	
☐	Увеличение сопротивления ведёт к уменьшению силы тока после резистора. Следовательно сила тока перед резистором не изменится.	
☐	Увеличение сопротивления ведёт к уменьшению силы тока после резистора. Следовательно перед резистором сила тока больше.	

Item 28	В электрической цепи горит электролампа и амперметр A_1 показывает силу тока 0,2 А. Затем подключили на другой стороне электроцепи второй амперметр A_2 (схема внизу). Что покажет второй амперметр A_2 ?	
☐	Больше, чем 0,2 А.	
☐	0,2 А.	
☐	Меньше, чем 0,2 А, но не 0 А.	
☐	0 А.	
b)	Как можно объяснить выбранный ответ?	
☐	В электрической цепи сила тока везде одинаковая .	
☐	Часть силы тока расходуется на поддержание горения лампы.	
☐	Вся сила тока расходуется на поддержание горения лампы .	

Item 29	В электрическую цепь (справа внизу) с батареей подключены два резистора и электролампа. Как изменится яркость лампы, если R_2 останется прежним и R_1 увеличится?	
☐	Лампа станет гореть ярче.	
☐	Лампа будет гореть, как и прежде.	
☐	Лампа будет гореть менее ярко.	

Item 30	На какой схеме или на каких схемах(справа) резисторы R_1 und R_2 подключены параллельно к батарее?	 Stromkreis 1	
☐	Схемы 1, 2 и 3	 Stromkreis 2	 Stromkreis 3
☐	Схема 2		
☐	Схема 1		
☐	Схемы 1 и 2		
☐	Схемы 2 и 3		

7.3 Statistische Ausgaben

Item2_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item2_rec	0	Anzahl	28	56	84
		% innerhalb von Land	19,3%	36,4%	28,1%
	1	Anzahl	117	98	215
		% innerhalb von Land	80,7%	63,6%	71,9%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	10,751 ^a	1	,001	,001	,001
Kontinuitätskorrektur ^b	9,924	1	,002		
Likelihood-Quotient	10,925	1	,001		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	10,715	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item3_richtig * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item3_richtig	0	Anzahl	52	93	145
		% innerhalb von Land	35,9%	60,4%	48,5%
	1	Anzahl	93	61	154
		% innerhalb von Land	64,1%	39,6%	51,5%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	17,988 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	17,019	1	,000		
Likelihood-Quotient	18,180	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	17,928	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item4_richtig * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item4_richtig	0	Anzahl	40	63	103
		% innerhalb von Land	27,6%	40,9%	34,4%
	1	Anzahl	105	91	196
		% innerhalb von Land	72,4%	59,1%	65,6%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	5,870 ^a	1	,015	,020	,011
Kontinuitätskorrektur ^b	5,295	1	,021		
Likelihood-Quotient	5,909	1	,015		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	5,851	1	,016		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item6_richtig * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item6_richtig	0	Anzahl	80	131	211
		% innerhalb von Land	55,2%	85,1%	70,6%
	1	Anzahl	65	23	88
		% innerhalb von Land	44,8%	14,9%	29,4%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	32,131 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	30,708	1	,000		
Likelihood-Quotient	33,065	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	32,023	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item7_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item7_rec	0	Anzahl	87	114	201
		% innerhalb von Land	60,0%	74,0%	67,2%
	1	Anzahl	58	40	98
		% innerhalb von Land	40,0%	26,0%	32,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,668 ^a	1	,010	,013	,007
Kontinuitätskorrektur ^b	6,047	1	,014		
Likelihood-Quotient	6,692	1	,010		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	6,646	1	,010		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item9_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item9_rec	0	Anzahl	44	97	141
		% innerhalb von Land	30,3%	63,0%	47,2%
	1	Anzahl	101	57	158
		% innerhalb von Land	69,7%	37,0%	52,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	31,933 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	30,637	1	,000		
Likelihood-Quotient	32,566	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	31,826	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item10_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item10_rec	0	Anzahl	40	64	104
		% innerhalb von Land	27,6%	41,6%	34,8%
	1	Anzahl	105	90	195
		% innerhalb von Land	72,4%	58,4%	65,2%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,427 ^a	1	,011	,015	,008
Kontinuitätskorrektur ^b	5,826	1	,016		
Likelihood-Quotient	6,473	1	,011		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	6,406	1	,011		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item13_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item13_rec	0	Anzahl	53	82	135
		% innerhalb von Land	36,6%	53,2%	45,2%
	1	Anzahl	92	72	164
		% innerhalb von Land	63,4%	46,8%	54,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	8,405 ^a	1	,004	,005	,003
Kontinuitätskorrektur ^b	7,745	1	,005		
Likelihood-Quotient	8,453	1	,004		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	8,377	1	,004		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item14_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item14_rec	0	Anzahl	50	110	160
		% innerhalb von Land	34,5%	71,4%	53,5%
	1	Anzahl	95	44	139
		% innerhalb von Land	65,5%	28,6%	46,5%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	40,978 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	39,507	1	,000		
Likelihood-Quotient	41,945	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	40,841	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item15_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item15_rec	0	Anzahl	50	96	146
		% innerhalb von Land	34,5%	62,3%	48,8%
	1	Anzahl	95	58	153
		% innerhalb von Land	65,5%	37,7%	51,2%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	23,191 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	22,090	1	,000		
Likelihood-Quotient	23,509	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	23,113	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item16_rec1 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item16_rec1	0	Anzahl	64	125	189
		% innerhalb von Land	44,1%	81,2%	63,2%
	1	Anzahl	81	29	110
		% innerhalb von Land	55,9%	18,8%	36,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	44,039 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	42,461	1	,000		
Likelihood-Quotient	45,364	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	43,891	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item20_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item20_rec	0	Anzahl	62	122	184
		% innerhalb von Land	42,8%	79,2%	61,5%
	1	Anzahl	83	32	115
		% innerhalb von Land	57,2%	20,8%	38,5%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	41,950 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	40,423	1	,000		
Likelihood-Quotient	43,081	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	41,809	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item22_richtig * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item22_richtig	0	Anzahl	41	67	108
		% innerhalb von Land	28,3%	43,5%	36,1%
	1	Anzahl	104	87	191
		% innerhalb von Land	71,7%	56,5%	63,9%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	7,508 ^a	1	,006	,008	,004
Kontinuitätskorrektur ^b	6,863	1	,009		
Likelihood-Quotient	7,565	1	,006		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	7,483	1	,006		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item21_richtig * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item21_richtig	0	Anzahl	47	106	153
		% innerhalb von Land	32,4%	68,8%	51,2%
	1	Anzahl	98	48	146
		% innerhalb von Land	67,6%	31,2%	48,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	39,640 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	38,196	1	,000		
Likelihood-Quotient	40,556	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	39,507	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item23_richtig * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item23_richtig	0	Anzahl	107	129	236
		% innerhalb von Land	73,8%	83,8%	78,9%
	1	Anzahl	38	25	63
		% innerhalb von Land	26,2%	16,2%	21,1%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	4,467 ^a	1	,035	,046	,024
Kontinuitätskorrektur ^b	3,887	1	,049		
Likelihood-Quotient	4,485	1	,034		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	4,452	1	,035		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item24_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item24_rec	0	Anzahl	87	106	193
		% innerhalb von Land	60,0%	68,8%	64,5%
	1	Anzahl	58	48	106
		% innerhalb von Land	40,0%	31,2%	35,5%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,545 ^a	1	,111	,117	,070
Kontinuitätskorrektur ^b	2,174	1	,140		
Likelihood-Quotient	2,547	1	,110		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	2,537	1	,111		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item25_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item25_rec	0	Anzahl	41	95	136
		% innerhalb von Land	28,3%	61,7%	45,5%
	1	Anzahl	104	59	163
		% innerhalb von Land	71,7%	38,3%	54,5%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	33,624 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	32,290	1	,000		
Likelihood-Quotient	34,359	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	33,512	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item26_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item26_rec	0	Anzahl	54	112	166
		% innerhalb von Land	37,2%	72,7%	55,5%
	1	Anzahl	91	42	133
		% innerhalb von Land	62,8%	27,3%	44,5%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	38,081 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	36,658	1	,000		
Likelihood-Quotient	38,913	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	37,954	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item27_richtig * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item27_richtig	0	Anzahl	96	132	228
		% innerhalb von Land	66,2%	85,7%	76,3%
	1	Anzahl	49	22	71
		% innerhalb von Land	33,8%	14,3%	23,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	15,695 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	14,636	1	,000		
Likelihood-Quotient	15,968	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	15,643	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item28_richtig * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item28_richtig	0	Anzahl	58	85	143
		% innerhalb von Land	40,0%	55,2%	47,8%
	1	Anzahl	87	69	156
		% innerhalb von Land	60,0%	44,8%	52,2%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,910 ^a	1	,009	,011	,006
Kontinuitätskorrektur ^b	6,315	1	,012		
Likelihood-Quotient	6,939	1	,008		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	6,887	1	,009		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item29_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item29_rec	0	Anzahl	56	82	138
		% innerhalb von Land	38,6%	53,2%	46,2%
	1	Anzahl	89	72	161
		% innerhalb von Land	61,4%	46,8%	53,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,429 ^a	1	,011	,015	,008
Kontinuitätskorrektur ^b	5,853	1	,016		
Likelihood-Quotient	6,455	1	,011		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	6,407	1	,011		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Item30_rec * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
Item30_rec	0	Anzahl	82	119	201
		% innerhalb von Land	56,6%	77,3%	67,2%
	1	Anzahl	63	35	98
		% innerhalb von Land	43,4%	22,7%	32,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	14,553 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	13,628	1	,000		
Likelihood-Quotient	14,692	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	14,505	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SV2 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SV2	0	Anzahl	141	132	273
		% innerhalb von Land	97,2%	85,7%	91,3%
	1	Anzahl	4	22	26
		% innerhalb von Land	2,8%	14,3%	8,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	12,499 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	11,089	1	,001		
Likelihood-Quotient	13,745	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	12,457	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SV3 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SV3	0	Anzahl	135	126	261
		% innerhalb von Land	93,1%	81,8%	87,3%
	1	Anzahl	10	28	38
		% innerhalb von Land	6,9%	18,2%	12,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	8,574 ^a	1	,003	,005	,003
Kontinuitätskorrektur ^b	7,586	1	,006		
Likelihood-Quotient	8,917	1	,003		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	8,545	1	,003		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SV4 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SV4	0	Anzahl	139	118	257
		% innerhalb von Land	95,9%	76,6%	86,0%
	1	Anzahl	6	36	42
		% innerhalb von Land	4,1%	23,4%	14,0%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	22,894 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	21,329	1	,000		
Likelihood-Quotient	25,222	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	22,818	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SV5 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SV5	0	Anzahl	137	132	269
		% innerhalb von Land	94,5%	85,7%	90,0%
	1	Anzahl	8	22	30
		% innerhalb von Land	5,5%	14,3%	10,0%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,361 ^a	1	,012	,012	,009
Kontinuitätskorrektur ^b	5,427	1	,020		
Likelihood-Quotient	6,616	1	,010		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	6,340	1	,012		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SV_Gesamt * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SV_Gesamt	0	Anzahl	128	93	221
		% innerhalb von Land	88,3%	60,4%	73,9%
	1	Anzahl	17	60	77
		% innerhalb von Land	11,7%	39,0%	25,8%
	2	Anzahl	0	1	1
		% innerhalb von Land	,0%	,6%	,3%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	30,313 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	32,131	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	30,140	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	299		

2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,48.

BS1 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
BS1	0	Anzahl	139	129	268
		% innerhalb von Land	95,9%	83,8%	89,6%
	1	Anzahl	6	25	31
		% innerhalb von Land	4,1%	16,2%	10,4%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	11,758 ^a	1	,001	,001	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	10,492	1	,001		
Likelihood-Quotient	12,615	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	11,719	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

BS2 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
BS2	0	Anzahl	140	143	283
		% innerhalb von Land	96,6%	92,9%	94,6%
	1	Anzahl	5	11	16
		% innerhalb von Land	3,4%	7,1%	5,4%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,013 ^a	1	,156	,201	,122
Kontinuitätskorrektur ^b	1,349	1	,245		
Likelihood-Quotient	2,067	1	,151		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	2,006	1	,157		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

BS3 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
BS3	0	Anzahl	134	136	270
		% innerhalb von Land	92,4%	88,3%	90,3%
	1	Anzahl	11	18	29
		% innerhalb von Land	7,6%	11,7%	9,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,435 ^a	1	,231	,247	,158
Kontinuitätskorrektur ^b	1,005	1	,316		
Likelihood-Quotient	1,450	1	,228		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	1,430	1	,232		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

BS4 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
BS4	0	Anzahl	127	110	237
		% innerhalb von Land	87,6%	71,4%	79,3%
	1	Anzahl	18	44	62
		% innerhalb von Land	12,4%	28,6%	20,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	11,862 ^a	1	,001	,001	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	10,900	1	,001		
Likelihood-Quotient	12,197	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	11,823	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

BS_Gesamt * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
BS_Gesamt	0	Anzahl	118	92	210
		% innerhalb von Land	81,4%	59,7%	70,2%
	1	Anzahl	27	58	85
		% innerhalb von Land	18,6%	37,7%	28,4%
	2	Anzahl	0	2	2
		% innerhalb von Land	,0%	1,3%	,7%
	3	Anzahl	0	2	2
		% innerhalb von Land	,0%	1,3%	,7%
Gesamt	Anzahl	145	154	299	
	% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%	

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	18,271 ^a	3	,000
Likelihood-Quotient	20,072	3	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	17,956	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	299		

4 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5.
Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,97.

IR1 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
IR1	0	Anzahl	139	146	285
		% innerhalb von Land	95,9%	94,8%	95,3%
	1	Anzahl	6	8	14
		% innerhalb von Land	4,1%	5,2%	4,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,187 ^a	1	,666	,787	,438
Kontinuitätskorrektur ^b	,025	1	,874		
Likelihood-Quotient	,188	1	,665		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	,186	1	,666		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

IR2 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
IR2	0	Anzahl	144	143	287
		% innerhalb von Land	99,3%	92,9%	96,0%
	1	Anzahl	1	11	12
		% innerhalb von Land	,7%	7,1%	4,0%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	8,073 ^a	1	,004	,006	,004
Kontinuitätskorrektur ^b	6,485	1	,011		
Likelihood-Quotient	9,484	1	,002		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	8,046	1	,005		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

IR3 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
IR3	0	Anzahl	142	150	292
		% innerhalb von Land	97,9%	97,4%	97,7%
	1	Anzahl	3	4	7
		% innerhalb von Land	2,1%	2,6%	2,3%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,091 ^a	1	,763	1,000	,533
Kontinuitätskorrektur ^b	,000	1	1,000		
Likelihood-Quotient	,092	1	,762		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	,091	1	,763		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

IR_Gesamt * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
IR_Gesamt	0	Anzahl	135	137	272
		% innerhalb von Land	93,1%	89,0%	91,0%
	1	Anzahl	10	15	25
		% innerhalb von Land	6,9%	9,7%	8,4%
	2	Anzahl	0	2	2
		% innerhalb von Land	,0%	1,3%	,7%
Gesamt	Anzahl	145	154	299	
	% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%	

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,746 ^a	2	,253
Likelihood-Quotient	3,523	2	,172
Zusammenhang linear-mit-linear	2,183	1	,140
Anzahl der gültigen Fälle	299		

PR1 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
PR1	0	Anzahl	123	109	232
		% innerhalb von Land	84,8%	70,8%	77,6%
	1	Anzahl	22	45	67
		% innerhalb von Land	15,2%	29,2%	22,4%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	8,477 ^a	1	,004	,004	,003
Kontinuitätskorrektur ^b	7,688	1	,006		
Likelihood-Quotient	8,633	1	,003		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	8,449	1	,004		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

PR2 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
PR2	0	Anzahl	134	110	244
		% innerhalb von Land	92,4%	71,4%	81,6%
	1	Anzahl	11	44	55
		% innerhalb von Land	7,6%	28,6%	18,4%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	21,910 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	20,534	1	,000		
Likelihood-Quotient	23,295	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	21,836	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

PR3 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
PR3	0	Anzahl	131	110	241
		% innerhalb von Land	90,3%	71,4%	80,6%
	1	Anzahl	14	44	58
		% innerhalb von Land	9,7%	28,6%	19,4%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	17,092 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	15,903	1	,000		
Likelihood-Quotient	17,857	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	17,035	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

PR_Gesamt * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
PR_Gesamt	0	Anzahl	109	57	166
		% innerhalb von Land	75,2%	37,0%	55,5%
	1	Anzahl	36	95	131
		% innerhalb von Land	24,8%	61,7%	43,8%
	2	Anzahl	0	2	2
		% innerhalb von Land	,0%	1,3%	,7%
Gesamt	Anzahl	145	154	299	
	% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%	

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	44,631 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	46,621	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	44,397	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	299		

2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,97.

LD1 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
LD1	0	Anzahl	124	104	228
		% innerhalb von Land	85,5%	67,5%	76,3%
	1	Anzahl	21	50	71
		% innerhalb von Land	14,5%	32,5%	23,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	13,341 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	12,366	1	,000		
Likelihood-Quotient	13,684	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	13,296	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

LD2 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
LD2	0	Anzahl	94	106	200
		% innerhalb von Land	64,8%	68,8%	66,9%
	1	Anzahl	51	48	99
		% innerhalb von Land	35,2%	31,2%	33,1%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,540 ^a	1	,462	,539	,270
Kontinuitätskorrektur ^b	,375	1	,540		
Likelihood-Quotient	,540	1	,462		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	,539	1	,463		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

LD3 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
LD3	0	Anzahl	54	87	141
		% innerhalb von Land	37,2%	56,5%	47,2%
	1	Anzahl	91	67	158
		% innerhalb von Land	62,8%	43,5%	52,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	11,108 ^a	1	,001	,001	,001
Kontinuitätskorrektur ^b	10,349	1	,001		
Likelihood-Quotient	11,184	1	,001		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	11,071	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

LD_Gesamt * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
LD_Gesamt	0	Anzahl	22	41	63
		% innerhalb von Land	15,2%	26,6%	21,1%
	1	Anzahl	123	106	229
		% innerhalb von Land	84,8%	68,8%	76,6%
	2	Anzahl	0	4	4
		% innerhalb von Land	,0%	2,6%	1,3%
	3	Anzahl	0	3	3
		% innerhalb von Land	,0%	1,9%	1,0%
Gesamt	Anzahl	145	154	299	
	% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%	

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	13,734 ^a	3	,003
Likelihood-Quotient	16,517	3	,001
Zusammenhang linear-mit-linear	,786	1	,375
Anzahl der gültigen Fälle	299		

4 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,45.

SA2 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SA2	0	Anzahl	107	121	228
		% innerhalb von Land	73,8%	78,6%	76,3%
	1	Anzahl	38	33	71
		% innerhalb von Land	26,2%	21,4%	23,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,942 ^a	1	,332	,344	,202
Kontinuitätskorrektur ^b	,696	1	,404		
Likelihood-Quotient	,942	1	,332		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	,939	1	,333		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SA3 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SA3	0	Anzahl	142	136	278
		% innerhalb von Land	97,9%	88,3%	93,0%
	1	Anzahl	3	18	21
		% innerhalb von Land	2,1%	11,7%	7,0%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	10,582 ^a	1	,001	,001	,001
Kontinuitätskorrektur ^b	9,161	1	,002		
Likelihood-Quotient	11,746	1	,001		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	10,547	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SA4 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SA4	0	Anzahl	126	79	205
		% innerhalb von Land	86,9%	51,3%	68,6%
	1	Anzahl	19	75	94
		% innerhalb von Land	13,1%	48,7%	31,4%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	43,906 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	42,270	1	,000		
Likelihood-Quotient	46,285	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	43,759	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SA_Gesamt * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SA_Gesamt	0	Anzahl	98	63	161
		% innerhalb von Land	67,6%	40,9%	53,8%
	1	Anzahl	47	89	136
		% innerhalb von Land	32,4%	57,8%	45,5%
	2	Anzahl	0	2	2
		% innerhalb von Land	,0%	1,3%	,7%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	22,329 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	23,356	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	22,203	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	299		

2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,97.

PS1 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
PS1	0	Anzahl	108	75	183
		% innerhalb von Land	74,5%	48,7%	61,2%
	1	Anzahl	37	79	116
		% innerhalb von Land	25,5%	51,3%	38,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	20,906 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	19,834	1	,000		
Likelihood-Quotient	21,270	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	20,836	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

PS2 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
PS2	0	Anzahl	110	81	191
		% innerhalb von Land	75,9%	52,6%	63,9%
	1	Anzahl	35	73	108
		% innerhalb von Land	24,1%	47,4%	36,1%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	17,518 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	16,525	1	,000		
Likelihood-Quotient	17,810	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	17,460	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

PS3 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
PS3	0	Anzahl	96	45	141
		% innerhalb von Land	66,2%	29,2%	47,2%
	1	Anzahl	49	109	158
		% innerhalb von Land	33,8%	70,8%	52,8%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	40,998 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	39,527	1	,000		
Likelihood-Quotient	41,967	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	40,861	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

PS4 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
PS4	0	Anzahl	73	55	128
		% innerhalb von Land	50,3%	35,7%	42,8%
	1	Anzahl	72	99	171
		% innerhalb von Land	49,7%	64,3%	57,2%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,529 ^a	1	,011	,014	,007
Kontinuitätskorrektur ^b	5,946	1	,015		
Likelihood-Quotient	6,550	1	,010		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	6,508	1	,011		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

SA_Gesamt1 * Land

Kreuztabelle

			Land		Gesamt
			Weißrussland	Hessen	
SA_Gesamt1	0	Anzahl	46	23	69
		% innerhalb von Land	31,7%	14,9%	23,1%
	1	Anzahl	99	131	230
		% innerhalb von Land	68,3%	85,1%	76,9%
Gesamt		Anzahl	145	154	299
		% innerhalb von Land	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	11,859 ^a	1	,001	,001	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	10,932	1	,001		
Likelihood-Quotient	12,011	1	,001		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	11,819	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	299				

Ich versichere hiermit, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst, keine anderen, als die angegebenen Hilfsmittel verwandt und die Stellen, die anderen benutzten Druck- und digitalisierten Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, mit Quellenangaben kenntlich gemacht habe.

(In die Versicherung sind gegebenenfalls auch Zeichnungen, Skizzen sowie bildliche und sonstige Darstellungen sowie Ton- und Datenträger einzuschließen.)