



# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Entwicklung und Evaluierung von Items zum  
physikbezogenen Selbstkonzept

verfasst von / submitted by

Jakob Pollerus, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Education (MEd)

Wien, 2022 / Vienna 2022

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 199 520 523 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB)  
Unterrichtsfach Mathematik Unterrichtsfach Physik

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf



## Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich meinem Betreuer Dr. Martin Hopf und seiner PhD-Studentin Mag. Sarah Zöchling danken, die mich im Zuge dieser Masterarbeit bestmöglich unterstützt haben und immer für Fragen und Anliegen zur Verfügung standen. Mag. Sarah Zöchling danke ich besonders für die Eingabe der aufbereiteten Datensätze in das Programm Winsteps zur Durchführung der Rasch-Analyse.

Ein besonderer Dank gilt allen Schüler\*innen, die sich bereit erklärten, an den Interviews sowie am Online-Fragebogen teilzunehmen. Ohne euren Einsatz, wäre diese vorliegende Forschungsarbeit nicht möglich gewesen!

Vielen Dank möchte ich auch meinen Freund\*innen von Kirchenchor Heiligeneich und Musikverein Zwentendorf aussprechen, die durch das gemeinsame Musizieren in dieser, aus den allgemein bekannten pandemischen Gründen leider oft sehr eintönigen Zeit in vielerlei Hinsicht für Abwechslung gesorgt haben. Außerdem konnte ich durch euch zusätzliche Interviewpartner\*innen und Teilnehmer\*innen für den Online-Fragebogen ansprechen – Danke für die Unterstützung!

Abschließend möchte ich meiner Familie danken, die mich immer bei meinen Vorhaben unterstützt hat und auch nach wie vor fördert, besonders während meines Studiums und in dieser intensiven Abschlussphase.



## Abstract

Nach wie vor spielt die Interessensforschung eine wichtige Rolle in der Physikdidaktik. Hierbei wird beispielsweise durch Häussler et al. (1998) eine Unterteilung in Interessentypen vorgenommen, die sich stark auf genderspezifische Argumente stützt. Im Rahmen dieser Masterarbeit wird ausgehend von Begriffen des Selbstkonzepts nach Shavelson et al. (1976), Marsh et al. (1990) und Lohaus (2019) mit dem sogenannten physikbezogenen Selbstkonzept eine Clusteringvariable gewählt, die möglichst gender-neutral die Selbstwahrnehmung und das Wissen um die eigene Person beschreiben kann. Zur empirischen Forschung der Identität, einem ähnlichen, aber umfangreicheren Begriff stehen englischsprachige Items von Hazari et al. (2010) und Kalender et al. (2019) zur Verfügung, die die Grundlage für die Entwicklung und Evaluierung deutschsprachiger Items im Zuge dieser Forschungsarbeit darstellen. Um aus verschiedensten Übersetzungsvarianten eine passende Auswahl zu treffen, wurden zunächst Online-Interviews nach der Methode des Lauten Denkens (Sandmann, 2014) mit 10 Schüler\*innen durchgeführt. Die Erkenntnisse dieser Pilotierung flossen in die Weiterentwicklung der Items ein, die schließlich in einer Online-Umfrage von 95 Schüler\*innen aus zumindest einem Gymnasium in Niederösterreich und einer Mittelschule in Wien bearbeitet wurden. Die Evaluierung der erhobenen Daten erfolgte mittels Rasch-Analyse unter Verwendung der Software Winsteps. Unter Zuhilfenahme der Richtlinien zum Rating Scale Model nach Linacre (1999), wie sie beispielsweise bei Brann et al. (2020) angewendet wurden, konnten ausgehend von 56 möglichen Items verschiedene Tests ermittelt werden, die die Anforderungen nach Reliabilität und Validität in ausreichendem Maß erfüllen und somit mögliche gender-neutrale Testskalen zum physikbezogenen Selbstkonzept darstellen.



## Abstract in English

Interest research continues to play an important role in physics didactics. Häussler et al. (1998) for example made a subdivision into types of interests that is heavily based on gender-specific arguments. In this master's thesis, starting with the concepts of the self-concept according to Shavelson et al. (1976), Marsh et al. (1990) and Lohaus (2019) a clustering variable with the so-called physics-related self-concept is selected that can describe self-perception and knowledge about oneself as gender-neutrally as possible. For empirical research on identity, a similar but more extensive term, English-language items from Hazari et al. (2010) and Kalender et al. (2019) are available, which represent the basis for the development and evaluation of German-language items during this research. To make a suitable selection from a wide variety of translation options, online interviews were initially carried out using the method of thinking aloud (Sandmann, 2014) with 10 students. The findings of this pilot were incorporated into the further development of the items, which were finally processed in an online survey of 95 students from at least one high school in Lower Austria and one middle school in Vienna. The data collected was evaluated by means of a Rasch analysis using the Winsteps software. With the help of the guidelines for the Rating Scale Model according to Linacre (1999), as described, for example, by Brann et al. (2020) were used, based on 56 possible items, various item sets could be determined that adequately meet the requirements for reliability and validity and thus represent possible gender-neutral test scales for the physics-related self-concept.



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Forschungsinteresse .....	1
3	Theoretischer Hintergrund.....	3
3.1	Selbstkonzept.....	3
3.1.1	Definition allgemeines Selbstkonzept .....	3
3.1.2	Definition physikbezogenes Selbstkonzept .....	3
3.1.3	Begriffsklärung.....	4
3.1.4	Selbstkonzept nach Shavelson .....	6
3.1.5	Fähigkeitsselbstkonzept .....	10
3.1.6	Ähnlichkeiten mit der Selbstwirksamkeitserwartung .....	11
3.1.7	Informationstheoretische Ansätze nach Filipp .....	12
3.2	Physics identity framework .....	14
3.2.1	Identität .....	14
3.2.2	Items zum physics identity framework .....	16
3.3	Überblick über das physikbezogene Selbstkonzept .....	18
3.4	Interesse – ein Faktor, der mit dem Selbstkonzept korreliert .....	19
4	Methoden.....	21
4.1	Lautes Denken .....	21
4.1.1	Methode des Lauten Denkens.....	21
4.1.2	Einsatz im Rahmen dieser Arbeit.....	23
4.2	Rasch-Analyse .....	23
4.2.1	Anforderungen an das Rasch-Modell.....	24
4.2.2	Formale Eigenschaften .....	25
4.2.3	Weitere Modelle.....	26
4.2.4	Auswertung mit der Rasch-Analyse.....	26
4.2.5	Verbesserung des Testinstruments .....	29

5	Items und Übersetzungsmöglichkeiten.....	30
5.1	I see myself as physics person .....	30
5.1.1	Intuitive Übersetzungen .....	30
5.1.2	Physics person nach Kalender .....	31
5.2	My parents/ my friends/ my TA or Instructur see me as physics person .....	32
5.3	Items, die für die Interviews nicht in Frage kommen.....	33
6	Ergebnisse.....	34
6.1	Ergebnisse der Interviews.....	34
6.1.1	Allgemeine Auffälligkeiten .....	34
6.1.2	Bonusfrage.....	38
6.1.3	Verbesserungen vor der Online-Fragebogen-Erstellung.....	38
6.2	Ergebnisse des Online-Fragebogens.....	40
6.2.1	Demografische Auswertung .....	40
6.2.2	Frage zur Physik-Person .....	41
6.3	Ergebnisse der Rasch-Analyse .....	43
6.3.1	Eindimensionalität.....	43
6.3.2	Guidelines nach Linacre.....	44
6.3.3	Wright Map.....	45
6.3.4	Reliabilität und Separation .....	46
6.3.5	Verbesserung des Testinstruments .....	46
6.3.6	Konstruktion von Fragebögen .....	47
6.3.7	Auswahl des besten Tests .....	49
6.4	Fragebogen zum physikbezogenen Selbstkonzept.....	51
6.4.1	Eindimensionalität.....	51
6.4.2	Guidelines nach Linacre.....	51
6.4.3	Wright Map.....	52
6.4.4	Reliabilität und Separation .....	52
7	Diskussion .....	54

7.1	Übersetzungsmöglichkeiten .....	54
7.2	Evaluation der Items.....	56
7.3	Fragebogen zum physikbezogenen Selbstkonzept.....	56
8	Conclusio .....	58
9	Literaturverzeichnis.....	59
10	Anhang.....	62
10.1	Fragebogen zu den Think-Aloud-Interviews.....	62
10.2	Online-Fragebogen .....	65
10.2.1	Itemübersicht .....	65
10.2.2	kompletter Fragebogen.....	66
10.3	Tests im Wortlaut .....	70
10.4	Rohdaten Winsteps – Fragebogen mit allen entwickelten Items .....	75
10.4.1	Zusammenfassung zu Items und Personen .....	75
10.4.2	Auswertung nach Kategorien .....	76
10.4.3	Ausschnitt aus der Tabelle PCAR.....	77
10.4.4	Tabellen zu Item Measure.....	78
10.5	Rohdaten Winsteps - Fragebogen zum physikbezogenen Selbstkonzept (Test 9)....	79
10.5.1	Zusammenfassung zu Items und Personen .....	79
10.5.2	Auswertung nach Kategorien .....	80
10.5.3	Ausschnitte aus der Tabelle PCAR.....	81
10.5.4	Tabelle Item Measure.....	82



## 1 Einleitung

Traditionell wird in der Fachdidaktik das Interesse von Schüler\*innen an Physik durch genderspezifische Erklärungen festgemacht sowie die Interessentypen und der Umgang damit im Unterricht dementsprechend untersucht. Allerdings gibt es Hinweise durch frühere Studien, dass nicht nur das Geschlecht ausschlaggebend für das Interesse ist, sondern dass vielmehr die Sichtweise auf die eigenen Fähigkeiten in einem Fach, das sogenannte fachbezogene Selbstkonzept, eine zentrale Rolle spielen könnte. Die Entwicklung deutschsprachiger Items zum physikbezogenen Selbstkonzept ausgehend von fremdsprachigen Originalen sowie deren Evaluation sollen im Rahmen dieser Masterarbeit im Fokus stehen. Dadurch soll die Rolle des physikbezogenen Selbstkonzepts als gender-neutrale Clusteringvariable in der Physikdidaktik gestärkt werden.

## 2 Forschungsinteresse

Zur Beschreibung des Selbst und ähnlicher Persönlichkeitseigenschaften stehen verschiedenste Modelle und Sichtweisen („Selbst als Subjekt“ vs. „Selbst als Objekt“, Selbstbild, Selbstwert, Selbstbewusstsein, Selbstwirksamkeitserwartung, Selbstkonzept, Selbstakzeptanz, Identität, Interesse, etc.) zur Verfügung. Zunächst sei kurz dargestellt, welche dieser Begrifflichkeiten eine mögliche Relevanz für die vorliegende Arbeit haben bzw. welche Themen vom eigentlichen Forschungsbereich abgegrenzt werden müssen.

Als Ausgangspunkt der vielfältigen Forschungsgeschichte des Selbst dient William James et al. (1890), der die Wahrnehmung der eigenen Person nicht nur hinsichtlich des unmittelbaren Erlebens, sondern auch hinsichtlich eines reflektierten Betrachtens unterscheidet („Selbst als Subjekt“ vs. „Selbst als Objekt“).

Lohaus et al. (2019) beispielsweise unterscheiden das Selbstkonzept, als kognitive Komponente, vom Selbstwert, der affektive Aspekte des Selbst darstellt. Da das Selbstkonzept zentral für die Entwicklung der Items ist, findet das Selbstwertgefühl keine weitere Anwendung in dieser Arbeit.

Das sogenannte Fähigkeitsselbstkonzept bildet einen wesentlichen Aspekt des Selbstkonzeptbegriffs, wie er im Folgenden definiert wird. Hierfür sind bereits aussagekräftige Items sowie deren Übersetzung vorhanden. Diese wurden beispielsweise im Rahmen der

PISA-Studie (OECD, 2009) eingesetzt und werden daher im Rahmen dieser Masterarbeit nicht weiter erforscht.

Ein weiteres Modell, das ähnlich dem Selbstkonzept ist und auch mit diesem korreliert (OECD, 2009) ist die Selbstwirksamkeitserwartung. Dieser Begriff, der aber nicht gleich dem Selbstkonzept oder einem Teil davon ist, wurde von zahlreichen Wissenschaftlern ausgiebig untersucht und wird daher nicht weiter in diese Arbeit einfließen.

Der Begriff des Interesses, wie er z.B. durch Häussler et al. (1998) im Zuge der IPN-Interessensstudie im deutschsprachigen Raum geprägt wurde, korreliert zwar mit dem Selbstkonzept, ist aber aufgrund der bereits etablierten Items für die Forschung im Rahmen dieser Masterarbeit nicht weiter relevant.

Eine genauere Darstellung der Modelle erfolgt im Kapitel 3. Andere Aspekte, wie z.B. das Selbstbewusstsein oder die Selbstakzeptanz haben keinen Einfluss auf die durchgeführte Forschung.

Grundlage für diese Masterarbeit bilden in erster Linie Begriffe des Selbstkonzepts nach Shavelson et al. (1976) und Lohaus (2019) sowie Forschungsarbeiten von Hazari et al. (2010) und Kalender et al. (2019). Englischsprachige Items stehen in diesen Arbeiten zur Verfügung und dienen als Grundlage für die Entwicklung und Evaluation deutschsprachiger Items. Dabei werden Aspekte, die mit dem Identitätsbegriff nach Hazari et al. (2010) korrelieren, untersucht. Der wesentliche Bereich ist dabei die Wahrnehmung der Anerkennung durch andere („Recognition“). Die Aspekte „Performance“, „Competence“ und „Interest“ sowie dazu passende Items werden nur zur vollständigen Darstellung des „physics identity framework“ angeführt. Diese sind aber bereits gut erforscht und somit nicht der wesentliche Untersuchungsaspekt der vorliegenden Masterarbeit. Für die weitere Entwicklung deutschsprachiger Items sind nur jene zur sogenannten „Recognition“, der Wahrnehmung der Anerkennung durch andere, von Belang.

Aufgrund der obigen Überlegung ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- *In welche verschiedenen deutschsprachigen Items kann man fremdsprachige Items zum physikbezogenen Selbstkonzept übersetzen?*
- *Welche Evidenzen von Reliabilität und Validität der verschiedenen deutschsprachigen Items können im Rahmen einer Evaluationsstudie ermittelt werden?*

## 3 Theoretischer Hintergrund

Zunächst werden in diesem Abschnitt Aspekte des Selbstkonzepts und der Identität behandelt. Weiters wird auf Faktoren Bezug genommen, die zwar mit dem Selbstkonzept korrelieren, aber nicht mit diesem verwechselt oder gleichgesetzt werden dürfen.

### 3.1 Selbstkonzept

#### 3.1.1 Definition allgemeines Selbstkonzept

Im Mittelpunkt dieser Masterarbeit steht das physikbezogene Selbstkonzept. Eine einheitliche Definition hat sich in der Selbstkonzeptforschung noch nicht gänzlich durchgesetzt. An dieser Stelle sei ausgehend vom Begriff des Selbstkonzepts nach Shavelson et al. (1976) und in Anlehnung an Lohaus et al. (2019) das allgemeine Selbstkonzept definiert:

Das Selbstkonzept besteht als kognitive Komponente des Selbst aus der Selbstwahrnehmung und dem Wissen um das, was die eigene Person ausmacht (Lohaus et al., 2019).

Besonders persönliche Eigenschaften und Fähigkeiten stehen dabei im Vordergrund (Lohaus et al., 2019).

#### 3.1.2 Definition physikbezogenes Selbstkonzept

Im Rahmen dieser Arbeit definiere ich ausgehend von Lohaus et al. (2019) das physikbezogene Selbstkonzept wie folgt:

*Das physikbezogene Selbstkonzept besteht als kognitive Komponente des Selbst aus der Selbstwahrnehmung im Umgang mit Physik sowie dem Wissen über persönliche Eigenschaften und Fähigkeiten hinsichtlich der Physik.*

Dabei ergeben sich zumindest drei Aspekte, die bereits von OECD (2009) bzw. Kalender et al. (2019) genannt und erforscht wurden: das Fähigkeitsselbstkonzept (Kapitel 3.1.5), die Identifizierung als Physik-Person sowie die Wahrnehmung der Anerkennung durch andere (Kapitel 3.2).

### 3.1.3 Begriffsklärung

#### 3.1.3.1 Selbst

Das Selbst wurde bereits im Jahr 1890 von William James als duales Phänomen betrachtet (Lohaus et al., 2019). Dabei wird das unmittelbare Selbsterleben vom Wissen über die eigene Person unterschieden (Lohaus et al., 2019). Ersteres bezeichnet James mit „Selbst als Subjekt“ – die unmittelbare Wahrnehmung im Hier und Jetzt steht im Mittelpunkt. Letzteres („Selbst als Objekt“) ergibt sich durch das gezielte Betrachten der eigenen Person, quasi als Objekt, und der damit verbundene Erkenntnisgewinn (Lohaus et al., 2019). Dieser Begriff des „Selbst als Objekt“ ist Grundlage für die aktuell gebräuchliche Definition des Selbstkonzepts (Lohaus et al., 2019). James` Unterscheidungen in materielles, spirituelles sowie soziales Selbst (Lohaus et al., 2019) finden sich in ähnlicher Weise etwa im hierarchischen Konstrukt nach Shavelson et al. (1976), das in Kapitel 3.1.4.1 genauer beschrieben wird. Damit sind sowohl das Wissen über den eigenen Körper als auch über die eigenen geistigen Eigenschaften sowie das „Wissen um die Sicht anderer auf sich selbst“ gemeint (Lohaus et al., 2019). James prägte mit seiner Betrachtungsweise maßgeblich die Selbstkonzeptforschung. Darauf aufbauende Modelle sind etwa bei Lohaus et al. (2019) nachzulesen, wobei im Zuge dieser Arbeit besonders der Begriff nach Shavelson et al. (1976) von Bedeutung ist und im Kapitel 3.1.4 näher erläutert wird. Sigmund Freud und andere Vertreter der Psychoanalyse betrachteten innerpsychische Konflikte sowie die Qualität der Lösung dieser als entscheidend für die Entwicklung des Selbst, wodurch sich dieser grundlegend vom angeführten Begriff nach James unterscheidet (Lohaus et al., 2019). Eine Möglichkeit die Entwicklung des Selbstkonzepts zu beschreiben, wurde durch Filipp (1984/2005) mit dem Modell der selbstbezogenen Informationsverarbeitung formuliert und ist in Kapitel 3.1.5 ausgeführt.

#### 3.1.3.2 Selbstkonzept

Aufgrund der bisherigen Selbstkonzeptforschung beschreiben Lohaus et al. (2019) das Selbstkonzept folgendermaßen:

*Das Selbstkonzept besteht als kognitive Komponente des Selbst aus der Selbstwahrnehmung und dem Wissen um das, was die eigene Person ausmacht. Neben persönlichen Eigenschaften und Fähigkeiten, die man besitzt, gehören zu diesem Wissen auch Neigungen, Interessen und typische Verhaltensweisen (Lohaus et al., 2019).*

Laut Lohaus et al. (2019) sei diese Definition weitgehend akzeptiert. Angesichts der vielfältigen und breitgefächerten Forschung der letzten Jahrzehnte sowie der damit einhergehenden teils synonymen Verwendung ähnlicher Begriffe und Konzepte (Selbstbild, Selbstwert, Selbstwirksamkeit, usw.) war dies jedoch lange Zeit nicht der Fall.

Auch heutzutage ist diese überaus allgemeingehaltene Definition nicht immer anwendbar. Gerade im Falle des physikbezogenen Selbstkonzepts sollte etwa das Interesse nicht Teil dieses Begriffs sein, da hierfür andere Konzepte und Variablen vorhanden sind, wie etwa in Kapitel 3.4 dargestellt. Daher wird in der eingangs festgehaltenen Definition im Zuge dieser Forschungsarbeit auf die Aspekte betreffend Neigungen, Interessen und typischen Verhaltensweisen verzichtet. Somit stehen die Selbstwahrnehmung sowie das Wissen über eigene Fähigkeiten im Mittelpunkt des Begriffs zum physikbezogenen Selbstkonzept. Letzteres wird auch als Fähigkeitsselbstkonzept bezeichnet und in Kapitel 3.1.5 näher beschrieben.

Wie bereits William James et al. (1890) bemerkten, kann eine Person verschiedene „social selves“ entwickeln, also in verschiedenen Kontexten ein anderes soziales Selbstkonzept entwickeln. Dabei kann sich das Selbstkonzept beispielsweise im familiären oder freundschaftlichen Umfeld stark vom Selbstkonzept im schulischen Kontext unterscheiden (James et al., 1890). Dies ähnelt in gewisser Weise der Abstufung etwa in akademisches, naturwissenschaftliches und physikbezogenes Selbstkonzept, wie es durch Shavelson et al. (1976) bei der Beschreibung des hierarchischen Konstrukts Selbstkonzept stattfindet.

### 3.1.3.3 Selbstwert

Nach Lohaus et al. (2019) lässt sich zum Begriff des Selbstkonzepts und dem Fokus auf der kognitiven Ebene das Selbstwertgefühl als eine weitere Komponente des Selbst definieren:

*Der Selbstwert resultiert als affektive Komponente des Selbst aus den Bewertungen der eigenen Person oder von Aspekten, die die eigene Person ausmachen. Somit können sich die Bewertungen auf Persönlichkeitseigenschaften, Fähigkeiten oder aber auch auf das eigene emotionale Erleben beziehen (Lohaus et al., 2019).*

Hierbei steht nicht die Frage „Wer bin ich?“ im Mittelpunkt, sondern eher „Wie fühle ich mich hinsichtlich meiner Fähigkeiten?“. Laut Lohaus et al. (2019) korrelieren das Selbstkonzept sowie das Selbstwertgefühl wider Erwarten aber nicht in der Hinsicht, dass Personen mit

einem niedrigen Selbstwert auch ein negatives Selbstkonzept haben. Dieses Konstrukt wurde in der Wissenschaft vielfältig beschrieben und untersucht und ist daher ähnlich wie die in Kapitel 3.4 beschriebene Interesse, das zwar in Korrelation mit dem Selbstkonzept steht und in der Literatur mitunter auch als Synonym für das Selbstkonzept verwendet wird, für diese Arbeit irrelevant.

#### 3.1.4 Selbstkonzept nach Shavelson

Der verwendete Begriff des Selbstkonzepts beruht vor allem auf Forschungen von Shavelson et al. aus dem Jahr 1976, die ein hierarchisch gegliedertes Modell entwickelten, um „Lernprozesse im schulischen Bereich und Selbstkonzepte in Beziehung zueinander zu setzen.“ (Langenkamp, 2018).

Das Selbstkonzept definiert dabei die Selbstwahrnehmung einer Person, wobei sich diese Wahrnehmungen aufgrund von Erfahrungen mit der Umwelt entwickeln und Grundlage für das weitere Handeln sind (Shavelson et al., 1976).

Shavelson et al. (1976) versuchen außerdem diesen Begriff etwa von der eigenen Identität oder anderen Terminologien zur Selbstdarstellung abzugrenzen. Sieben Aspekte sind laut Shavelson et al. (1976) dabei wesentlich, um das Selbstkonzept zu definieren und angemessen beschreiben zu können. Diese wurden wie folgt unter anderem von Langenkamp (2018) ins Deutsche übersetzt:

- organisiert
- facettenreich
- hierarchisch
- beständig
- entwicklungsorientiert
- bewertend
- differenzierbar

Die eigenen Erfahrungen können überaus vielfältig sein und werden meist unbewusst in Kategorien *organisiert*, die das Selbstkonzepts unter anderem ausmachen (Shavelson et al., 1976). Weiters gestaltet sich das Selbstkonzept *facettenreich*, da es vielfältige Kategorien und Bereiche beinhaltet, die individuell ganz verschieden sein können, aber auch etwa bei Schulkolleg\*innen übereinstimmen können (z.B. die Schule oder die soziale Akzeptanz) (Shavelson et al., 1976). All diese Selbstwahrnehmungen können laut Shavelson et al. (1976)

auch in einer *hierarchischen* Struktur verortet werden, wobei das generelle Selbstkonzept an der Spitze steht und von Erfahrungen in konkreten Situationen an der untersten Position geprägt werden. Eine genauere Beschreibung folgt nach der Charakterisierung des Selbstkonzepts und ist auch der Abbildung 1 zu entnehmen. Eine gewisse *Beständigkeit* des Selbstkonzepts wird durch Shavelson et al. (1976) suggeriert, da vielfältige Ereignisse zwar Teile des Selbstkonzepts, etwa des akademischen Selbstkonzepts verändern können, aber grundsätzlich nicht zu einer Veränderung des generellen Selbstkonzepts führen. Die von Shavelson et al. (1976) beschriebene *Entwicklungsorientiertheit* bezieht sich auf die dennoch vorhandene Möglichkeit zur Veränderung, wie sie beispielsweise bei kleinen Kindern noch viel häufiger und umfangreicher als etwa bei jungen Erwachsenen gegeben ist. Die Selbstwahrnehmung hinsichtlich diverser Standards oder im Vergleich etwa mit Gleichaltrigen zu reflektieren, also das Selbstkonzept auch *bewertend* zu hinterfragen stellt einen wichtigen Aspekt dar (Shavelson et al., 1976). Schließlich soll das Selbstkonzept laut Shavelson et al. (1976) *differenzierbar* hinsichtlich anderer Modelle sein, die ähnliche Aspekte der Selbstwahrnehmung beschreiben.

Die oben genannte Definition sowie die beschriebenen Eigenschaften konnten Shavelson et al. (1976) in der Analyse und dem Vergleich von 5 Testinstrumenten, die auf ähnlichen Definitionen beruhen, wiederfinden und fundiert bestätigen.

### 3.1.4.1 Die Struktur des Konstrukts Selbstkonzept

Die hierarchische Struktur (siehe Abbildung 1) unterscheidet ausgehend von einem generellem Selbstkonzept zunächst ein akademisches sowie ein nicht-akademisches Selbstkonzept (Shavelson et al., 1976). Das nicht-akademische Selbstkonzept lässt sich wiederum in das soziale, das emotionale und das physische Selbstkonzept sowie in weitere Unterkategorien gliedern (Shavelson et al., 1976). Das akademische Selbstkonzept lässt sich wiederum in einzelnen Themengebiete unterteilen (Shavelson et al., 1976). Diese sind beispielsweise Englisch, Geschichte, Mathematik und naturwissenschaftliche Bereiche (Shavelson et al., 1976). Eine weitere Untergliederung betrifft zum Beispiel Physikunterricht im Allgemeinen sowie auf einzelne Unterrichtssituationen bezogen (Shavelson et al., 1976). Dies können allerlei Auseinandersetzungen mit Physik sein, etwa im Rahmen von Arbeitsaufträgen, Schülerversuchen oder im Plenum. Konkrete Situationen werden von Shavelson et al., 1976 nicht genannt, allerdings ist eine Vielzahl förderlicher oder hinderlicher Situationen notwendig, um einen Einfluss auf stabilere Stufen des Konstrukts zu haben. Ausgehend von diesen konkreten Erfahrungen kann das individuelle Selbstkonzept vor allem in diesem Unterrichtsfach gestärkt werden und hat wiederum Einfluss auf das generelle Selbstkonzept des\*r Schülers\*in (Shavelson et al., 1976).

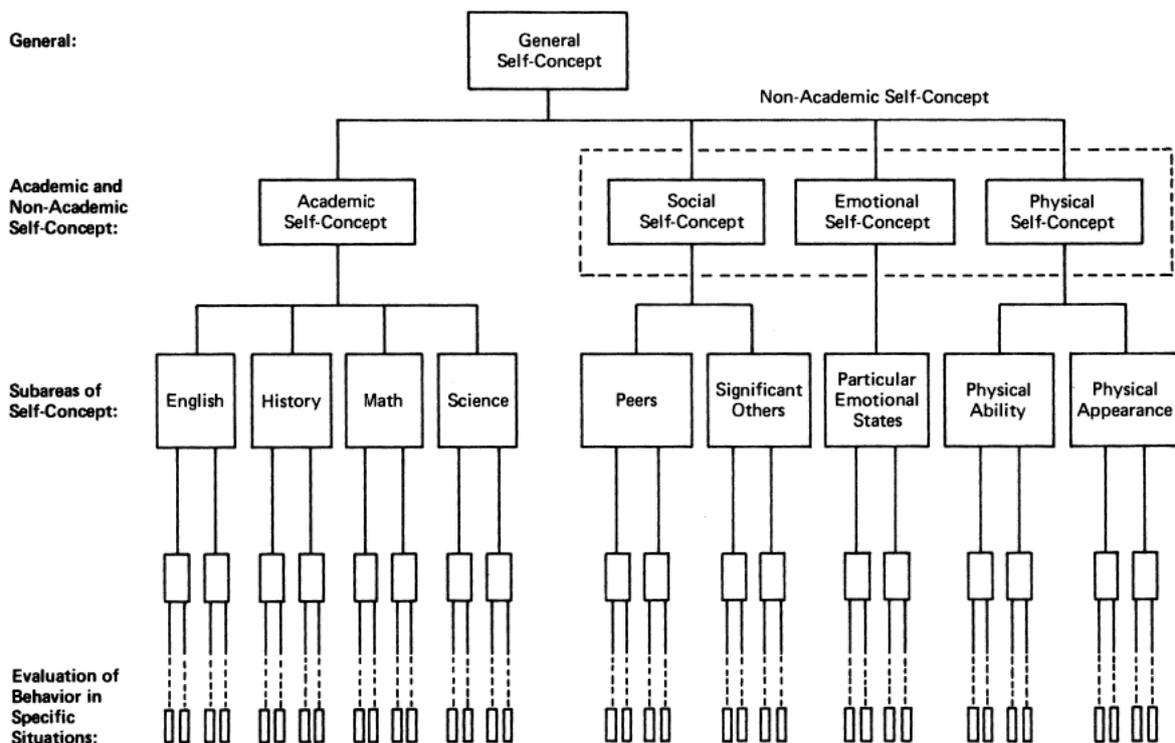


Abbildung 1: Eine mögliche Darstellung zum persönlichen Selbstkonzept nach Shavelson et al. (1976)

### 3.1.4.2 Erweiterung durch Marsh et al.

Dieses Modell wurde von Marsh et al. (1990) dahingehend erweitert, dass vor allem nicht von *einem* akademischen Selbstkonzept ausgegangen werden kann, sondern dies zumindest durch die Faktoren „Math/Academic“ und „Verbal/Academic“ beschrieben werden sollte, die wiederum unterschiedliche Einflüsse auf die einzelnen Unterrichtsfächer haben (siehe Abbildung 2). Da sich im schulischen Kontext beispielsweise gute mathematische Fähigkeiten stark auf das mathematische (akademische) Selbstkonzept, aber gleichzeitig negativ auf das verbale akademische Selbstkonzept auswirken (und umgekehrt), wird laut Marsh et al. (1990) diese Trennung sowie eventuell auch die Einführung weiterer Kategorien in dieser Ebene des Selbstkonzepts notwendig.

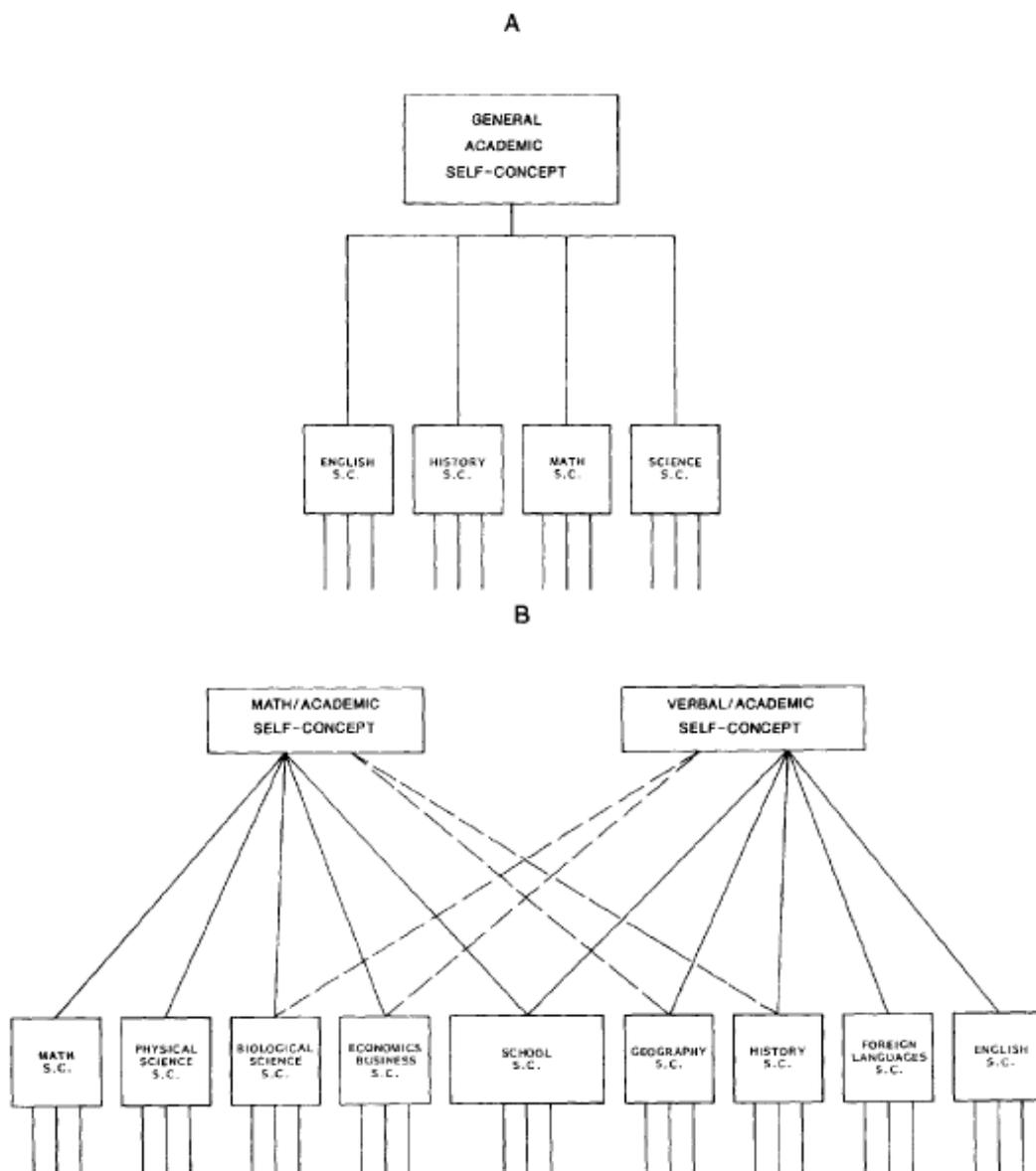


Abbildung 2: Das akademische Selbstkonzept nach Shavelson et al. (1976) sowie das Marsh/Shavelson-Modell als Erweiterung des akademischen Selbstkonzepts nach Marsh et al. (1990)

### 3.1.4.3 Testinstrumente zum Selbstkonzept

Um das Konstrukt des (akademischen) Selbstkonzepts nach Marsh/Shavelson auf seine Praxistauglichkeit zur überprüfen, wurde von Marsh et al. (1990) das sogenannte Academic Self Description Questionnaire entwickelt. Dabei wurden 13 (ASDQ-I) bzw. 16 (ASDQ-II) Skalen konstruiert und im schulischen Kontext untersucht (Marsh et al., 1990). Jede dieser Skalen bezog sich auf ein Unterrichtsfach, sodass abhängig vom Alter der Teilnehmer\*innen entweder 12 oder 15 verschiedene Schulfächer besucht wurden und dann der entsprechende Fragebogen zum Einsatz kam (Marsh et al., 1990). Eine allgemeine (General School) Skala vervollständigte diesen Fragebogen (Marsh et al., 1990). All diese Skalen wurden mit jeweils 6 Items zum Selbstkonzept konstruiert, wobei bei gleichbleibender Formulierung immer nur das Schulfach ausgetauscht wurde (Marsh et al., 1990). Diese Items lauten (Marsh et al., 1990):

- 1) Compared to others my age I am good at [a specific school subject]
- 2) I get good marks in [a specific school subject]
- 3) Work in [a specific school subject] classes is easy for me.
- 4) I´m hopeless when it comes to [a specific school subject].
- 5) I learn things quickly in [a specific school subject]
- 6) I have always done well in [a specific school subject].

Allgemein konnte die Struktur des akademischen Selbstkonzepts bestätigt werden, wobei die in Kapitel 3.1.4.2 beschriebene Unterscheidung in „Math“ und „Verbal“ entdeckt wurde.

### 3.1.5 Fähigkeitsselbstkonzept

Der Begriff des naturwissenschaftlichen Fähigkeitsselbstkonzept ist in der deutschsprachigen Übersetzung der PISA-Studie (etwa bei Frey et al. 2009) zu finden und baut dabei auf den Selbstkonzeptbegriff von Marsh et al. (1990) auf. Ein Vergleich mit den Items im englischen Original zum naturwissenschaftlichen Selbstkonzept (science self-concept) bei der PISA-Studie 2006 (OECD, 2009), bei der die Untersuchung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen im Mittelpunkt stand, zeigt die Ähnlichkeit zu den Items nach Marsh et al. (1990):

- 1) Learning advanced <school science> topics would be easy for me
- 2) I can usually give good answers to <test questions> on <school science> topics
- 3) I learn <school science> topics quickly
- 4) <School science> topics are easy for me
- 5) When I am being taught <school science>, I can understand the concepts very well
- 6) I can easily understand new ideas in <school science>

Während Marsh den Vergleich mit Mitschüler\*innen prominent in den Vordergrund stellt, wird bei der PISA-Studie nur das Wissen über die eigenen Fähigkeiten angesprochen.

In der deutschsprachigen Übersetzung der Items (Frey et al., 2009), die Teil des internationalen Schülerfragebogens sind und unter anderem auch bei PISA 2015 zum Einsatz kamen, lauten diese:

Wie sehr stimmst du mit den folgenden Aussagen überein?

- 1) Ich glaube, dass ich anspruchsvollen Stoff im naturwissenschaftlichen Unterricht leicht lernen kann.
- 2) Normalerweise kann ich Prüfungsfragen im naturwissenschaftlichen Unterricht gut beantworten.
- 3) Ich lerne neuen Stoff im naturwissenschaftlichen Unterricht schnell.
- 4) Den Stoff im naturwissenschaftlichen Unterricht finde ich einfach.
- 5) Wenn ich in Biologie, Chemie, Physik (oder Naturwissenschaften) unterrichtet werde, verstehe ich neue Begriffe leicht.
- 6) Es fällt mir leicht, neue Ideen im naturwissenschaftlichen Unterricht zu verstehen.

Auf Schülerebene zeigt sich bei PISA 2006 ein mittlerer positiver Zusammenhang zwischen Selbstkonzept und Naturwissenschafts-Kompetenz sowie zwischen Selbstkonzept und Selbstwirksamkeit (Schreiner et al., 2009). Somit bewirkt ein positives Selbstkonzept mehr Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten (Schreiner et al., 2009). Außerdem spricht ein positives Selbstkonzept für eine bessere Naturwissenschaft-Kompetenz (Schreiner et al., 2009).

### 3.1.6 Ähnlichkeiten mit der Selbstwirksamkeitserwartung

Die Selbstwirksamkeitserwartung, wie sie bereits von Bandura (1991) als Glauben in die eigene Kompetenz, um zukünftige, schwierigere Aufgaben bewältigen zu können, beschrieben wird, wurde beispielsweise bei der PISA-Studie im Jahr 2006 mithilfe folgender Items (OECD, 2009) erforscht:

How easy do you think it would be for you to perform the following tasks on your own?

- 1) Recognise the science question that underlines a newspaper report on a health issue
- 2) Explain why earthquakes occur more frequently in some areas than in others
- 3) Describe the role of antibiotics in the treatment of disease
- 4) Identify the science question associated with the disposal of garbage
- 5) Predict how changes to an environment will affect the survival of certain species
- 6) Interpret the scientific information provided on the labelling of food items

- 7) Discuss how new evidence can lead you to change your understanding about the possibility of life on Mars
- 8) Identify the better of two explanations for the formation of acid rain

Während das Selbstkonzept grundsätzlich ein zeitunabhängiges aktuelles Bild des Selbst beschreibt, zielt die Selbstwirksamkeit explizit auf mögliche zukünftige Ereignisse ab. Dieses Modell sowie die angeführten Items wurden in der Vergangenheit schon ergiebig erforscht und sind daher für die weitere Forschung nicht von Bedeutung.

### 3.1.7 Informationstheoretische Ansätze nach Filipp

Während Shavelson et al. (1976) mögliche Konstruktionen zur Beschreibung des Selbstkonzepts formulieren, hat unter anderem Filipp im Jahr 1984 ein Modell der selbstbezogenen Informationsverarbeitung entwickelt (Filipp, 2005). Dabei konnten 5 Quellen eruiert werden, die essenziell für den Aufbau und die Entwicklung des Selbstkonzepts sind (Filipp, 2005):

*reflexive Prädikatenselbstzuweisungen:* Aufgrund der Selbstbeobachtung können wir Rückschlüsse auf die eigene Person ziehen und schreiben uns selbst entsprechende Eigenschaften zu („Ich komme zu Verabredungen immer pünktlich, also bin ich zuverlässig“) (Filipp, 2005).

*ideationale Prädikatenselbstzuweisungen:* Durch das Nachdenken über die eigene Person sowie das Reflektieren vergangener, gegenwärtiger oder zukünftiger Handlungen weisen wir uns selbst passende Prädikate zu (Filipp, 2005).

*komparative Prädikatenselbstzuweisungen:* Wichtig für das Selbstkonzept ist auch der Vergleich mit anderen Personen, etwa Mitschüler\*innen, Freund\*innen oder Eltern (Filipp, 2005).

*direkte Prädikatenzuweisungen durch andere Personen:* Andere Personen haben durch die direkte Formulierung von Eigenschaften über die eigene Person auch Einfluss auf das Selbstkonzept (Filipp, 2005).

*indirekte Prädikatenzuweisungen durch andere Personen:* Ein explizites Aussprechen diverser Zuweisungen ist aber nicht unbedingt notwendig, um das Selbstkonzept zu prägen. Durch das Verhalten anderer kann auf mögliche Prädikatenzuweisungen geschlossen werden (Filipp, 2005).

Somit spielt die Auseinandersetzung mit der Umwelt eine wesentliche Rolle beim Aufbau und der Entwicklung des Selbstkonzepts. Welche Schritte dabei vom Kleinkind- bis ins Erwachsenenalter durchlaufen werden, ist etwa bei Lohaus et al. (2019) beschrieben, aber nicht weiter relevant für die vorliegende Forschungsarbeit. Es sei nur erwähnt, dass ideationale Prädikatenselbstzuweisungen erst mit Eintritt des Jugendalters möglich werden und damit mitunter eine wesentliche Änderung des Selbstkonzepts mit sich bringen (Lohaus et al., 2019).

Filipp beschreibt mit ihrem Modell 4 Phasen der Informationsverarbeitung (Filipp, 1984). In der ersten Phase der *Vorbereitung* werden selbstbezogene Informationen gezielt aus der Fülle an Inputs im täglichen Leben herausgefiltert (Filipp, 1984). Diese Informationen werden in einem weiteren Schritt (*Enkodierung*) an bereits vorhanden Selbstschemata angeglichen (Filipp, 1984). Tendenziell werden Informationen gewählt, die zu einem positiven Selbstkonzept beitragen oder ein bereits vorhandenes weiter stärken (Filipp, 1984). Alle passenden Informationen werden in der dritten Phase *gespeichert* (Filipp, 1984). Werden beispielsweise konkrete Handlungen geplant erfolgt der *Abruf* der selbstbezogenen Informationen, der wesentlich die Überlegungen und das zukünftige Handeln beeinflussen (Filipp, 1984).

## 3.2 Physics identity framework

### 3.2.1 Identität

Die Identität wird beispielsweise durch Burke (2003) als Wechselspiel zwischen der Sichtweise als soziale Kategorie sowie der Sichtweise als einzigartiges Individuum dargestellt. Dabei stellt eine Identität die Beschreibung des Selbst dar, um zu verdeutlichen, was die eigene Person ausmacht (Burke, 2003). Eine Zuweisung wie z.B. „Ich bin Student“ sagt nur wenig über die eigene Person, kann aber im Kontext, was der Begriff Student in Österreich/ in Wien/ an der Universität Wien impliziert, eine allgemein passende Beschreibung des Selbst sein. Identität ist ebenso wie das Selbstkonzept ein Konstrukt zur Charakterisierung der eigenen Person, allerdings ist dieses beispielsweise laut Rabe et al. (2018) deutlich umfangreicher. Eine schematische Darstellung verschiedener Konstrukte findet sich in Abbildung 3.

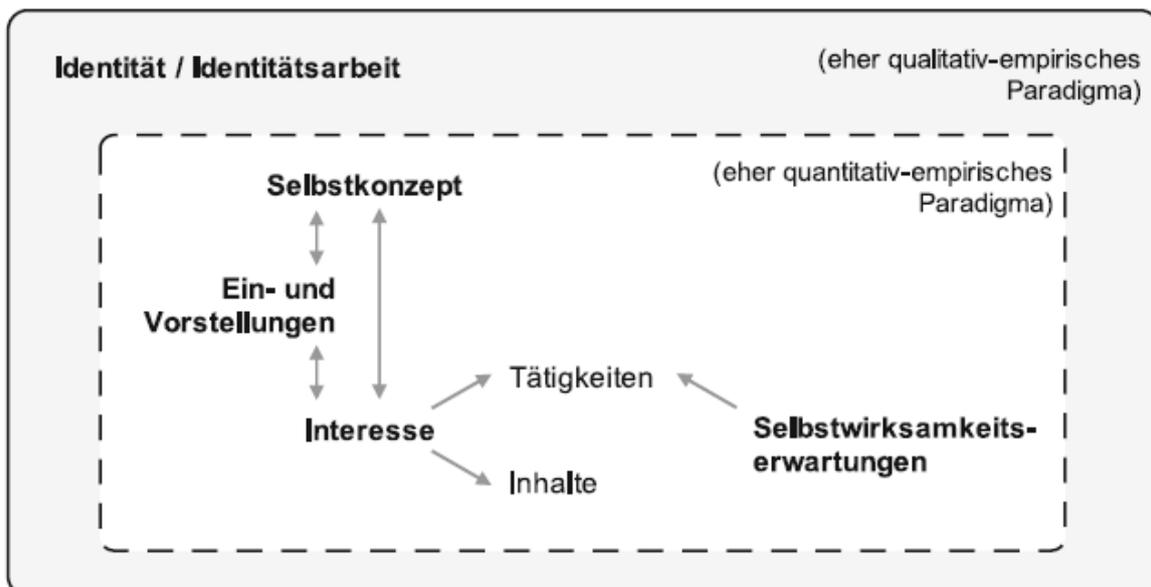


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Selbstkonzept, Identität und ähnlichen Konstrukten nach Rabe et al. (2018)

Die Identität von Schüler\*innen lässt sich ausgehend vom Identitätskonstrukt nach Burke (2003) laut Hazari in personelle Identität (ausgehend von Charakterisierung und Erfahrungen die eigene Person betreffend), soziale Identität (ausgehend von gemeinsamen Eigenschaften und Erfahrungen innerhalb einer Gruppe) sowie die Identifikation mit einer Rolle oder einem Kontext (im Rahmen dieser Arbeit mit Physik) unterteilen. Die Identifikation mit Physik wird wiederum in vier wesentliche Bereiche gegliedert (siehe Abbildung 4), die Einfluss auf die physikalische Schul- und Berufslaufbahn haben (Hazari et al., 2010).

Zusätzlich zu den bereits durch Carlone et al. (2007) formulierten und im universitären Kontext der physikalischen Bildung erforschten, sich überlappenden Bereichen Competence, Performance und Recognition wird von Hazari et al. (2010) noch das Interesse an Physik als wichtige Komponente hinzugefügt. Im Vergleich zur physikalischen Hochschulausbildung variiert im schulischen Kontext das Interesse der Lernenden deutlich stärker oder ist fast gar nicht vorhanden und spielt somit eine wesentliche Rolle im physics identity framework (Hazari et al., 2010).

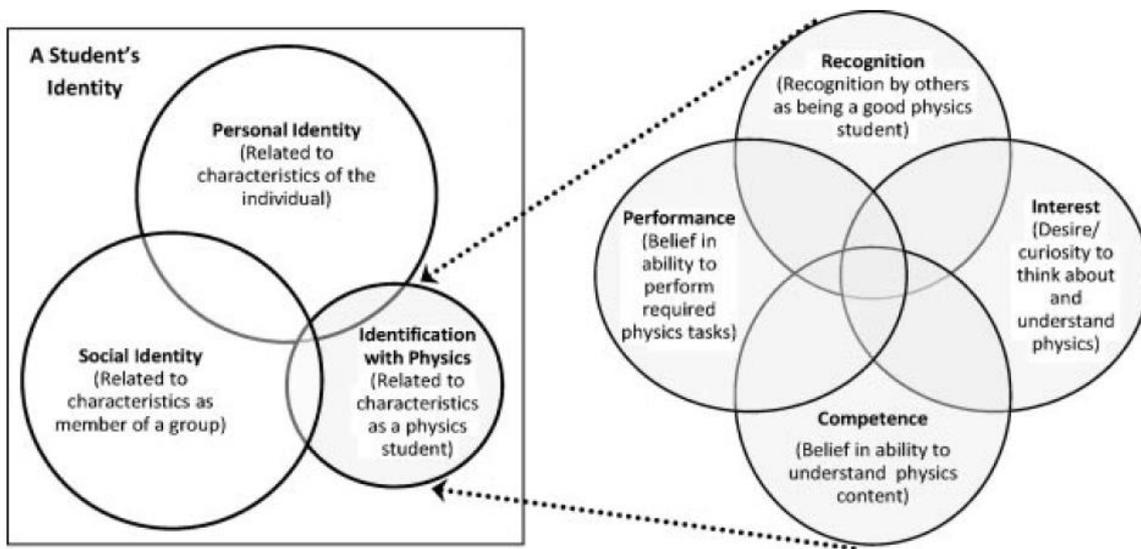


Abbildung 4: Aspekte der Identifikation mit Physik nach Hazari et al. (2010)

Hazari et al. (2010) definieren *Recognition* als Wahrnehmung der Anerkennung durch andere. Dabei spielen die Sichtweisen auf die physikalischen Fähigkeiten eines\*r Schülers\*in durch Mitschüler\*innen, Freund\*innen, Eltern, Lehrpersonen und andere Bezugspersonen eine große Rolle auf die Selbstwahrnehmung (Hazari et al., 2010). Mit *Performance* beschreiben Hazari et al. (2010) den Glauben an die eigene Fähigkeit physikalische Aufgaben zu bewältigen. Eine gute Leistung kann dabei mit dem Selbstkonzept korrelieren, wobei umgekehrt ein positives Selbstkonzept zukünftig eine bessere Performance beispielsweise in Physik bewirken kann (Marsh et al., 2002). *Competence* beschreiben Hazari et al. (2010) als Glauben an die eigene Fähigkeit, physikalische Inhalte verstehen zu können. Competence und Performance können laut Kalender et al. (2019) zu einem Konstrukt (competency belief) zusammengefasst werden, das vergleichbar mit dem Begriff des Fähigkeitsselbstkonzepts ist. *Interest* bezeichnet wiederum laut Hazari et al. (2010) das persönliche Verlangen, mehr über Physik in einem gewissen Bereich lernen oder verstehen zu wollen. Der Identitätsbegriff ist weitläufiger und

komplexer als der des Selbstkonzepts. Ein Aspekt, der Teil beider Konstrukte nach Marsh (1990) bzw. Hazari et al. (2010) ist, ist die Wahrnehmung der Anerkennung – die „Recognition“.

### 3.2.2 Items zum physics identity framework

Ausgehend vom „physics identity framework“ nach Hazari et al. (2010) wurden von Kalender et al. (2019) 14 Items formuliert, um den Einfluss des Geschlechts auf die physikbezogene Identität zu untersuchen. Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse aus der Forschung beispielsweise von Lock et al. (2012) werden die Bereiche „Performance“ und „Competence“ zu einer Variablen zusammengefasst, da eine Trennung nicht notwendig ist und teilweise zu Widersprüchen führt. Diese Komponente wird laut Kalender et al. (2019) als *competency belief* bezeichnet und beschreibt den Glauben von Schüler\*innen in ihre Fähigkeiten, um bestimmte Situationen, Aufgaben oder in einem bestimmten Bereich zu meistern, wie der Begriff bereits von Bandura (1991) formuliert wurde. Das wird häufig als Fähigkeitsselbstkonzept bezeichnet.

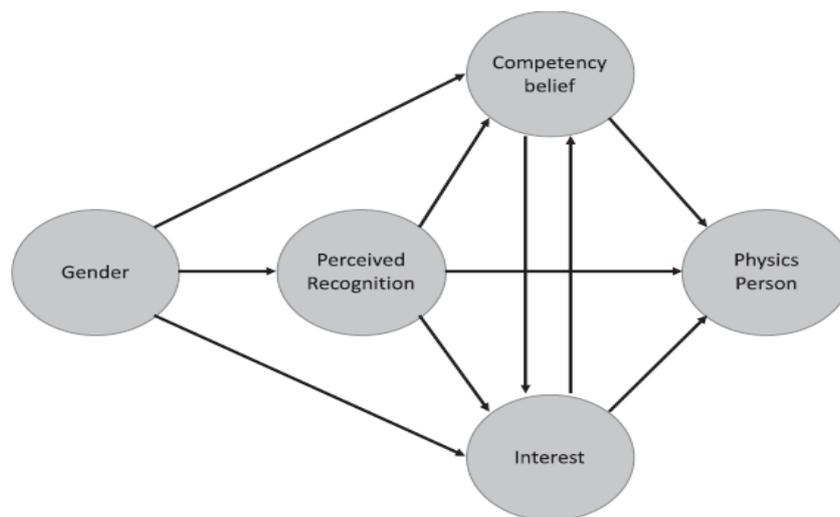


Abbildung 5: Das überarbeitete Modell zum Physics identity framework von Kalender et al. (2019)

Die weiteren Bereiche, die nach Kalender et al. (2019) mit der Identifizierung als Physik-Person (physics identity) korrelieren, sind analog zu Hazari et al. (2010) die empfundene Wahrnehmung als Physik-Person durch andere Personen (physics perceived recognition) sowie das Interesse an Physik (physics interest).

Zu all diesen Bereichen werden Erfahrungen in verschiedenen Situationen des Physikunterrichts gemacht und prägen die weitere Laufbahn im „physikalischen“ Leben, in der Auseinandersetzung mit weiteren physikalischen Inhalten in der Schule aber auch später im

Berufsalltag (Kalender et al., 2019). Historisch gesehen haben dabei Mädchen weniger Chancen, etwa durch die vorwiegend männliche Geschichte der Physik, durch Stereotypen sowie die Betonung der Geschlechterunterschiede im Physikunterricht (Kalender et al., 2019). Diese Faktoren prägen die individuelle Identität (Kalender et al., 2019). Unter Einbeziehung eines möglichen Einflusses des Geschlechts, ergibt sich das überarbeitete Modell zum „physics identity framework“ nach Kalender et al. (2019), wie es beispielsweise in Abbildung 5 dargestellt ist.

Ausgehend von den oben genannten Bereichen sind folgende Items Mittelpunkt der Forschung von Kalender et al. (2019) und dienen mit den Items 1 bis 4 als Grundlage für die Entwicklung und Evaluation deutschsprachiger Items im Rahmen dieser Masterarbeit:

### **Physics identity**

- 1) I see myself as physics person

### **Physics perceived recognition**

- 2) My parents see me as physics person
- 3) My friends see me as physics person
- 4) My TA or Instructur see me as physics person

### **Physics competency beliefs**

- 5) I am able to help my classmates with physics in the laboratory or in recitation
- 6) I understand concepts I have studied in physics
- 7) If I wanted to, I could be good at physics research
- 8) If I study, I will do well on a physics test
- 9) If I encounter a setback in a physics exam, I can overcome it

### **Physics interest**

- 10) I wonder about how physics works
- 11) In general, I find physics...
- 12) I want to know everything I can about physics
- 13) I am curious about recent physics discoveries
- 14) I want to know about the current research physicists are doing

Den Begriff der *physics person* beschreiben Kalender et al. (2019) beispielhaft als „a physics person typically associates his or her physics identity with being good at physics and math or enjoying solving physics problems, which often involves applying mathematical concepts in diverse physical contexts.“ (Kalender et al., 2019). Dies könnte dahingehend übersetzt werden, sodass eine Physik-Person eine Person ist, die ihre physikalische Identität stark mit guten Leistungen in Mathematik oder Physik sowie mit Freude am Lösen von physikalischen Problemen assoziiert.

Die Antwortskalen wurden stets als Rating-Skalen mit jeweils vier Antwortmöglichkeiten realisiert, wobei abhängig von den Items zwischen strongly disagree, disagree, agree und strongly agree (Items 1-4) sowie NO!, no, yes, YES! (Items 5-9, 12-14) variiert wird (Kalender et al., 2019). Item 10 wurde mit zeitlichen Antwortmöglichkeiten versehen (Never, Once a month, Once a week, Everyday) (Kalender et al., 2019). Im Falle von Item 11 wurde die Antwortskala mit Very boring, boring, interesting, Very interesting ausgeführt (Kalender et al. 2019).

Laut Kalender et al. (2019) korrelieren schließlich das Geschlecht und die physikalische Identität deutlich geringer als Identität und Fremdwahrnehmung (siehe Abbildung 6).

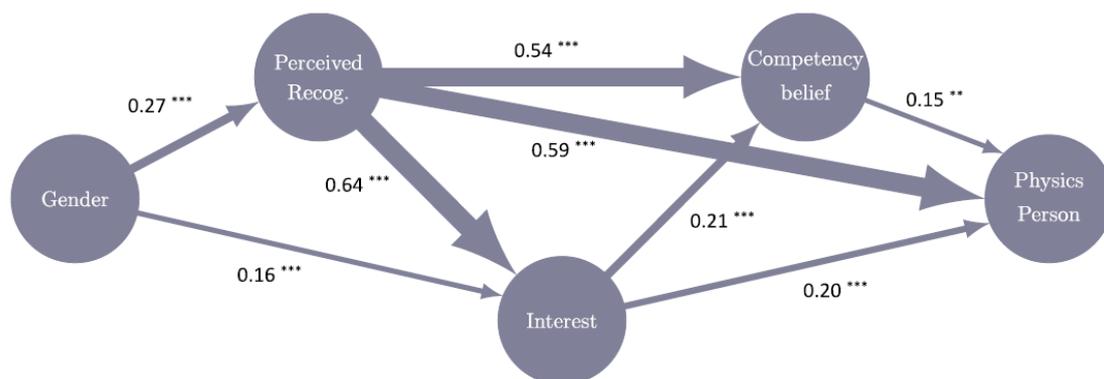


Abbildung 6: Den größten Einfluss auf die physikalische Identität hat laut Kalender et al. (2019) die empfundene Wahrnehmung als Physik-Person durch Andere.

### 3.3 Überblick über das physikbezogene Selbstkonzept

Somit ergeben folgende Aspekte in Summe das physikbezogene Selbstkonzept und prägen die Definition in Kapitel 3.1.2:

Das *Fähigkeitsselbstkonzept*, das auf Grundlage des Selbstkonzepts von Marsh et al. (1990) entwickelt wurde und beispielsweise im Rahmen der PISA-Studien (u.a. OECD, 2009) umfangreich empirisch erforscht wurde.

Die *Wahrnehmung der Anerkennung durch andere* (perceived recognition), wie sie von beispielsweise von Hazari et al. (2010) und Kalender et al. (2019) beschrieben wurde.

Die *Identifizierung als Physik Person* (physics identity), wie sie ebenfalls vor allem von Hazari et al. (2010) und Kalender et al. (2019) geprägt wurde.

### 3.4 Interesse – ein Faktor, der mit dem Selbstkonzept korreliert

Interesse lässt sich in zweierlei Hinsicht beschreiben: Einerseits (erstmalig Todt 1978) als individuelles Merkmal, das für verschiedene Bereiche stärker und für andere schwächer ausgeprägt ist, und andererseits, wie vor allem durch Hidi und Baird (1986/1988) beschrieben, als situatives Interesse. Letztere Betrachtungsweise ist flexibler als das mehr oder weniger unveränderliche individuelle Merkmal. Krapp (1992) konnte Interesse als Kombination dieser beiden Formen beschreiben. Im Unterricht gilt es situationelles Interesse („Catch“) aufrechtzuerhalten, um in weiterer Folge stabiles situationelles Interesse („Hold“) und im besten Fall individuelles Interesse zu einem bestimmten Themenbereich zu wecken (Krapp, 2002).

Im Rahmen einer empirischen Untersuchung (IPN-Interessensstudie Physik) fanden Häußler et al. (1998) drei konkrete Interessentypen, die sich unter anderem durch das Geschlecht unterscheiden: Typ A interessiert sich grundsätzlich für alles, was mit Physik und Technik zu

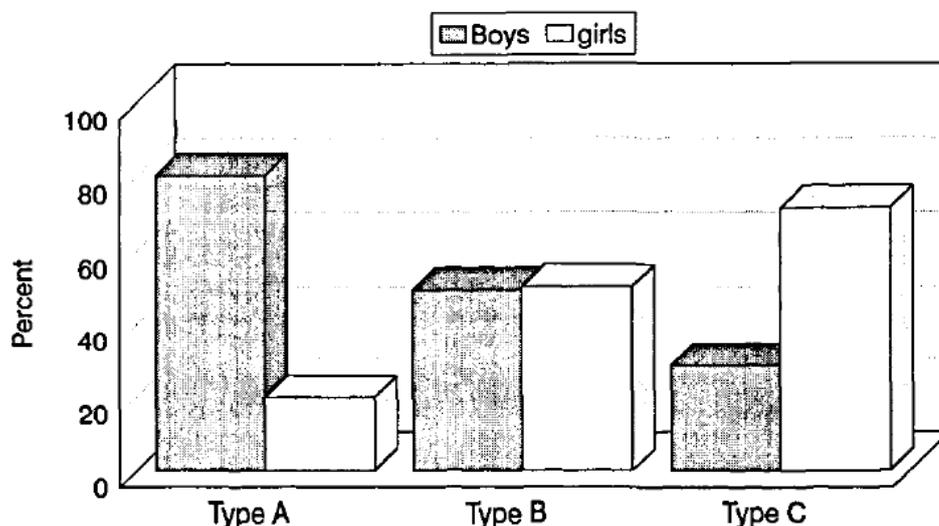


Abbildung 7: relative Häufigkeit der Interessentypen abhängig vom Geschlecht (Häußler et al. (1998))

tun hat, und ist meist männlich (Häussler et al., 1998). Typ B kann vor allem durch die Themenbereiche Mensch und Natur angesprochen werden und betrifft etwa gleich viele Mädchen wie Burschen (Häussler et al., 1998). Dem Typ C, der vor allem an gesellschaftlichen Aspekten der Physik interessiert ist, gehören vor allem Mädchen an (Häussler et al., 1998).

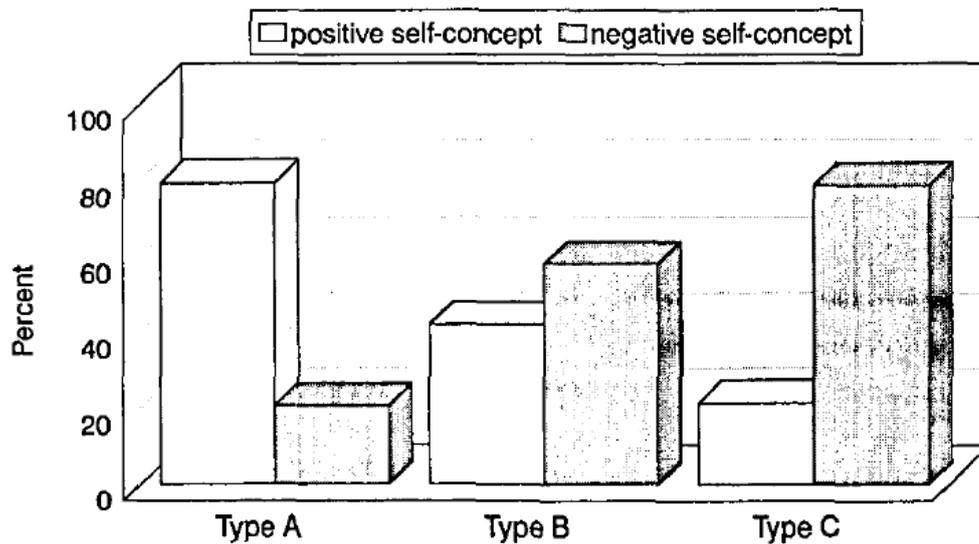


Abbildung 8: relative Häufigkeit der Interessentypen abhängig vom Selbstkonzept (Häußler et al. 1998)

Die dabei ermittelten Häufigkeiten zu den jeweiligen Interessentypen abhängig vom Geschlecht sind in Abbildung 7 dargestellt. Im Rahmen dieser Studie wurde auch mithilfe passender Items auf das physikbezogene Selbstkonzept bezuggenommen (Häußler et al., 1998). Items (z.B. Ich erwarte, dass in Zukunft meine Leistungen in Physik (...) sein werden; Ich glaube, dass mich meine Mitschüler in Physik für (...) halten; Ich verstehe den Stoff in Physik), wie sie bei Häussler et al. (1995) genannt werden, beschreiben das Selbstvertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit. Dies ist ähnlich der u.a. von Bandura (1991) beschriebenen Selbstwirksamkeitserwartung. Die Ergebnisse, wie sie z.B. in Abbildung 8 dargestellt sind und eine gewisse Ähnlichkeit zur Abhängigkeit nach dem Geschlecht aufweisen, wurden allerdings nicht in die Beschreibung der Interessentypen miteinbezogen.

Da dies die aktuell vorherrschende Betrachtungsweise zum Interesse in der Physikdidaktik ist, wurde dies an dieser Stelle ebenfalls dargestellt. Mithilfe des Selbstkonzepts nach Shavelson et al. (1976) und den zugehörigen Erweiterungen lassen sich die Interessentypen allerdings besser charakterisieren als mit dem Geschlecht, wie die Ergebnisse von Häussler et al. (1998) suggerieren.

## 4 Methoden

Im Zuge dieser Masterarbeit wird eine quantitative Studie zur Evaluation von neu entwickelten, deutschsprachigen Items zum physikbezogenen Selbstkonzept durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine Querschnittsstudie mit einer Stichprobe von ca. 100 Schüler\*innen.

Zunächst werden die englischsprachigen Items hinsichtlich der bisherigen Forschung analysiert und in verschiedenen Varianten übersetzt. Diese werden gegebenenfalls von Kolleg\*innen der Fachdidaktik auf ihre Plausibilität überprüft. Danach werden die verschiedenen Varianten im Rahmen von Interviews mit Schüler\*innen auf Verständlichkeit getestet. Hierbei soll die Methode des lauten Denkens, wie z.B. von Angela Sandmann (2014) beschrieben, zum Einsatz kommen. Anschließend werden die Items in einem Feldtest mit etwa 100 Schüler\*innen evaluiert. Hierbei wird unter anderem aufgrund des großen Stichprobenumfangs ein Online-Fragebogen eingesetzt. Die Items werden mithilfe der Rasch-Analyse auf Evidenzen von Validität und Reliabilität geprüft. Basierend auf den Analyse-Ergebnissen werden verschiedene Tests erstellt, die mögliche Skalen zum physikbezogenen Selbstkonzept darstellen können. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Tests werden diskutiert. Abschließend wird ein Test empfohlen, der als Skala zur Erhebung des physikbezogenen Selbstkonzept in zukünftigen Studien eingesetzt werden kann.

An dieser Stelle folgt eine kurze Erläuterung der mir bisher unbekanntenen Forschungsmethoden des „Lauten Denkens“ und der „Rasch-Analyse“ sowie deren genauer Einsatz im Zuge dieser Masterarbeit.

### 4.1 Lautes Denken

#### 4.1.1 Methode des Lauten Denkens

Lautes Denken ermöglicht die Wahrnehmung und Organisation möglichst aller Denkhandlungen, die etwa während des Lernens oder Problemlösens passieren (Sandmann, 2014). Auch wenn die Äußerungen oft unvollständig sind oder unlogisch erscheinen, lässt sich meist gut auf die dahinterstehenden Denkvorgänge schließen (Sandmann, 2014). Diese Methode liefert zeitnahe Einblicke, die bei späterer Reflexion mitunter ganz anders durch die Testperson gedeutet werden (Sandmann, 2014). Somit eignet sich lautes Denken als geeignetes Werkzeug etwa in der Problemlöse- und Lernstrategieforschung, in der

Unterrichtsanalyse (meist retrospektiv) oder der Kompetenzmodellierung und Testentwicklung (Sandmann, 2014). Letzterer Bereich wird im Zuge dieser Forschungsarbeit zur Item-Prüfung und Validierung herangezogen. Im Rahmen der Pilotierung, die anhand der Interviews stattfindet, können Informationen darüber gewonnen werden, welche Formulierungen möglicherweise missverständlich sind oder welche Probleme beim Verständnis der Items auftreten (Sandmann, 2014).

Um lautes Denken ermöglichen zu können, müssen passende Begebenheiten geschaffen werden, sodass etwa die Lern-/Testmaterialien bereitliegen und eine ruhige, lernförderliche Grundsituation gegeben ist (Sandmann, 2014). Lernmaterialien müssen für die Testpersonen altersangemessen und anregend sein, wobei auch das Vorwissen richtig eingeschätzt werden sollte (Sandmann, 2014). Eine Gesprächseinheit, die zwischen 60 und max. 90 Minuten dauern sollte, sollte nach einem festgelegten Ablauf, etwa dem folgenden Ablauf einer typischen Einheit durchgeführt werden (Sandmann, 2014):

- 1) kurze Einführung in den Prozess der Itementwicklung
- 2) Erklärung des Ziels der Einheit und des Fragebogens
- 3) Instruktion zum lauten Denken
- 4) Übungsaufgaben zum lauten Denken
- 5) Bearbeitung des Fragebogens
- 6) Technische Datensicherung

Die Gesprächseinheit wird dabei zumindest als Audiodatei aufgenommen, um später transkribiert, codiert und entsprechend ausgewertet werden zu können (Sandmann, 2014). Eine Videoaufnahme ist nur bei Gruppensitzungen empfehlenswert, um die Stimmen den richtigen Testpersonen zuordnen zu können (Sandmann, 2014). Passende Übungsaufgaben vor der eigentlichen Untersuchung stellen etwa einfache Kopfrechnungen oder Problemlöseaufgaben dar, die vorweg schon zum lauten Denken anregen sollen (Sandmann, 2014).

Die Transkription erfolgt je nach Forschungsschwerpunkt nach entsprechenden Transkriptionsregeln, die zuvor festgelegt werden müssen, um etwa Pausen, Füllwörter oder ähnliches auch richtig deuten zu können (Sandmann, 2014). Zur Codierung der Transkripte müssen unter anderem Codierkategorien definiert werden, um die Äußerung der passenden Denkhandlung zuordnen zu können (Sandmann, 2014). Bei diesen Prozessen sowie der

weiteren Auswertung können Softwareanbietungen von Vorteil sein, die viele dieser Schritte automatisiert erledigen können (Sandmann, 2014). Das laute Denken stellt somit eine gute Methode dar, um direkten Zugang zu möglichst allen Denkhandlungen der Testpersonen zu erhalten, die insbesondere zur Item-Entwicklung gut geeignet ist.

#### 4.1.2 Einsatz im Rahmen dieser Arbeit

Der Fragebogen mit allen bisher entwickelten Items wird den Schüler\*innen mittels Screen-Sharing des Videokonferenztools Zoom gezeigt. Die Schüler\*innen formulieren ihre Aussagen laut, können den Grad der Zustimmung aber nicht aktiv im Fragebogen ankreuzen. Die Items werden bunt durchgemischt, sodass den Schüler\*innen die Ähnlichkeit der Aussagen idealerweise möglichst lange nicht auffällt. Bei der Anordnung wird nur darauf geachtet, dass möglichst keine gleichen Items oder Items zu den gleichen Personengruppen unmittelbar hintereinander vorkommen.

Gemäß der oben genannten Methode des lauten Denkens steht zu Beginn eine kurze Erklärung und Einführung in die Gesprächseinheit. Außerdem wird mit einer kurzen Vorübung das laute Denken angeregt und gegebenenfalls noch stärker forciert. Diese Übung hat daher bewusst nichts mit dem Kontext Physik/Physikunterricht/ usw. zu tun, soll aber mithilfe der Schlagworte „Interesse“ und „Stärken“ bzw. „Schwächen“ mit ähnlichen Modellen auf den Themenkomplex des Selbstkonzepts hinführen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden maximal 30 Minuten für das geplante Interview veranschlagt, da nur 34 Items zu bearbeiten sind.

Um hinsichtlich der Formulierung weitere Informationen erhalten zu können, wird dies in einem als Bonusfrage hervorgehobenem Abschnitt zum Ende des Fragebogens explizit in den Mittelpunkt gestellt.

Der eingesetzte Fragebogen im Wortlaut findet sich im Anhang im Kapitel 10.1.

#### 4.2 Rasch-Analyse

Die Rasch-Analyse dient zur Evaluation von Items unter anderem in der Forschung zu Physikunterricht (physics education research, PER) (Planinic et al., 2019). Grundlegend ist ein statistisches Modell zur Vorhersage des Verhaltens durch passende Wahrscheinlichkeiten, für welche Antwortmöglichkeit sich ein\*e Testteilnehmer\*in bei bestimmten Items entscheidet (Planinic et al., 2019). Dies erfolgt für eindimensionale, abstrakte Messskalen mithilfe von

Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Planinic et al., 2019). Dabei werden zwei Wahrscheinlichkeitsverteilungen in Relation zueinander gesetzt (Planinic et al., 2019). Diese sind die Verteilung zur Schwierigkeit der Items (item difficulty) sowie die Verteilung zu den Fähigkeiten der teilnehmenden Personen (person ability) (Planinic et al., 2019). Mithilfe einer passenden mathematischen Beschreibung durch die Maßeinheit logit, die den natürlichen Logarithmus der Chance darstellt, können angemessene Schlussfolgerungen über die Zuverlässigkeit von Items getroffen werden (Planinic et al., 2019). Eine Chance bezeichnet dabei den Quotienten von Wahrscheinlichkeit zu Gegenwahrscheinlichkeit (Planinic et al., 2019). Ausschlaggebend im Rahmen der Rasch-Analyse ist auch der Prozess der Erstellung von Items sowie deren stete Evaluation und Verbesserung, um möglichst stabile Testitems generieren zu können (Planinic et al., 2019).

#### 4.2.1 Anforderungen an das Rasch-Modell

##### 4.2.1.1 Objektivität

Wie bei jeder naturwissenschaftlichen Messung (Länge, Masse etc.), die im Rahmen der Messunsicherheit stets gleiche Ergebnisse liefert, sollte auch ein Fragebogen als objektives Messinstrument dienen (Planinic et al., 2019). Besonders bei Messungen im Bildungskontext zeigt sich aber eine starke Test- bzw. Stichprobenabhängigkeit (Planinic et al., 2019). Um trotzdem eine möglichst objektive Messung durchführen zu können, bedarf es vor allem der folgenden Anforderung, der Eindimensionalität (Planinic et al., 2019). Die zwei weiteren essenziellen Kriterien der Qualitätssicherung (Reliabilität und Validität) sowie deren Sicherstellung im Zuge der Rasch-Analyse werden im Kapitel 4.2.4 thematisiert.

##### 4.2.1.2 Eindimensionalität

Die Eindimensionalität (unidimensionality) der Items ist sichergestellt, wenn die Auswahl an Items im Rahmen der Messunsicherheit nur eine latente Messgröße beschreiben kann (Planinic et al., 2019). Durch das Entfernen oder Ergänzen von Items kann die Eindimensionalität verschlechtert, idealerweise aber verbessert werden, was die Kernaufgabe im Umgang mit der Rasch-Analyse ist (Planinic et al., 2019).

##### 4.2.1.3 Abstrakte Messskala

Um aussagekräftige Auswertungen durchführen zu können, benötigt es eine abstrakte, lineare Messskala, die ausgehend von nichtlinearen Rohdaten möglichst einfach gefunden werden

kann (Planinic et al., 2019). Dies wird durch die Verwendung einer logarithmischen Umrechnung ermöglicht (Planinic et al., 2019).

#### 4.2.2 Formale Eigenschaften

All diese Anforderungen erfüllt das sogenannte Rasch-Modell, das das Antwortverhalten eines\*r Testteilnehmer\*in bei einem bestimmten Item bzw. Fragebogen beschreiben kann (Planinic et al., 2019). Anhand von erhobenen Testantworten können zwei entscheidende Parameter ermittelt werden (Planinic et al., 2019): Die sogenannte Personenfähigkeit (person ability,  $B_n$ ) charakterisiert dabei die Ausprägung des zugrundeliegenden Merkmals bei einer Person in diesem Testumfeld, darf aber nicht mehr der allgemeinen Intelligenz dieser Person verwechselt werden (Planinic et al., 2019). Für jedes Item lässt sich die Aufgabenschwierigkeit (item difficulty,  $D_i$ ) ermitteln, die beschreibt, wie gut oder schlecht die Teilnehmer\*innen diese Aufgabe lösen bzw. dieser Aussage zustimmen (Planinic et al., 2019). Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person mit Fähigkeit  $B_n$  ein Item der Schwierigkeit  $D_i$  löst, lässt sich mit einer Funktion beschreiben, die die Differenz  $B_n - D_i$  berücksichtigt (Planinic et al., 2019). Für dichotome Items, die nur zwei, sich ausschließende Antwortmöglichkeiten haben, lässt sich die Wahrscheinlichkeit laut Planinic et al. (2019) mithilfe der logistischen Funktion folgendermaßen darstellen:

$$P(X = 1|B_n, D_i) = \frac{\exp(B_n - D_i)}{1 + \exp(B_n - D_i)}$$

Dies ist die formale Beschreibung des dichotome Rasch-Modells, die mithilfe des natürlichen Logarithmus des Quotienten der Wahrscheinlichkeit zur Gegenwahrscheinlichkeit zur gebräuchlicheren Formulierung führt

$$L = \ln [P_{ni}/(1 - P_{ni})] = B_n - D_i,$$

wobei  $L$  für das sogenannte logit (log odds unit) steht (Planinic et al. 2019). Da nur die Differenz  $B_n - D_i$  entscheidend ist und die Addition einer beliebigen Konstante keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, kann der Ursprung der logit-Skala frei gewählt werden und wird daher laut Planinic et al. (2019) durch die mittlere Aufgabenschwierigkeit festgelegt. Ist die Differenz zwischen Aufgabenschwierigkeit und Personenfähigkeit gleich 0 logit, kann diese Person mit einer beliebigen Fähigkeit das Item mit der gleichen Schwierigkeit zu 50% lösen (Planinic et al., 2019). Ist die Differenz beispielsweise 2 logit, ist die Wahrscheinlichkeit zur richtigen

Lösung des Items 88%, für 5 logit wäre diese gar 99% (Planinic et al., 2019). Der Vergleich von Skalen unterschiedlicher Items bedarf einer Gleichsetzung der Skalen, da das logit abhängig von den Items unterschiedlichste Werte annehmen kann (Planinic et al., 2019).

Anhand folgender Gleichungen zeigt sich die Eigenschaft, dass die Personenfähigkeit sowie die Aufgabenschwierigkeit in folgenden Fällen unabhängig voneinander sind (Planinic et al., 2019):

$$L_{n1} - L_{n2} = B_{n1} - B_{n2} \quad (\text{für gleiche Item-Schwierigkeit } D_i)$$

$$L_{i1} - L_{i2} = D_{i2} - D_{i1} \quad (\text{für gleiche Personen-Fähigkeit } B_N)$$

#### 4.2.3 Weitere Modelle

Um mehrteilige Rating-Skalen beschreiben zu können, wurde das Rating Scale Model entwickelt, das im Zuge dieser Arbeit herangezogen wird und laut Planinic et al. (2019) folgendermaßen formuliert werden kann:

$$\ln(P_{nij}/P_{ni(j-1)}) = B_n - D_i - F_j$$

Hierbei steht  $P_{nij}$  für die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person  $n$  der Kategorie  $j$  eines Items  $i$  zustimmt (Planinic et al., 2019).  $(j-1)$  ist dabei die vorangegangene Kategorie (Planinic et al., 2019). Zusätzlich zum dichotomen Modell ist  $F_j$ , die sogenannten Rasch-Andrich-Schwelle (step calibration) zu berücksichtigen (Planinic et al., 2019). Diese beschreibt den Punkt, an dem die Wahrscheinlichkeit einer Person für beide Kategorien  $j$  und  $(j-1)$  gleich ist (Planinic et al., 2019).

Variiert zusätzlich die Antwortskala, beziehungsweise deren Bedeutung, kommt das sogenannte Partial Credit Model zum Einsatz, das laut Planinic et al. (2019) mit dem Parameter  $F_{ij}$ , diese Eigenschaft berücksichtigt und formal lautet:

$$\ln(P_{nij}/P_{ni(j-1)}) = B_n - D_i - F_{ij}$$

#### 4.2.4 Auswertung mit der Rasch-Analyse

Mithilfe der Rasch-Analyse, die mit Computerprogrammen, wie dem im Zuge dieser Masterarbeit verwendeten Winsteps, durchgeführt werden kann, wird anhand zahlreicher Kriterien überprüft, ob das Rasch-Modell für die untersuchten Items und die ausgewählte Stichprobe erfüllt ist (Brann et al., 2020). Vor der Eingabe in das Programm werden die

Antwortkategorien codiert (Brann et al., 2020). Im Falle der vorliegenden vierteiligen Skala sind dies 1 (stimme gar nicht zu), 2 (stimme eher nicht zu), 3 (stimme eher zu) und 4 (stimme ganz zu). Die Itemauswahl wird in einer Excel-Datei aufbereitet und in das Programm Winsteps eingespielt. Ausgegeben werden zahlreiche Tabellen, die es nach geeigneten Vorgaben auszuwerten gilt.

Als grundlegendes Rasch-Modell wird analog zur Studie von Brann et al. (2020) das Rating Scale Model gewählt. Dieser Artikel von Brann et al. (2020) sowie die darin verwendeten Richtlinien von Linacre (1999) stellen wichtige Anhaltspunkte zur Auswertung der Ergebnistabellen dar.

#### *4.2.4.1 Eindimensionalität*

Mithilfe der ungewichteten (Outfit) und gewichteten (Infit) Mittelwertsquadrate (Meansquare/MNSQ) können ungewöhnliche Abweichungen vom Mittelwert entdeckt werden (Brann et al., 2020). Items mit Werten zwischen .5 und 1.5 werden laut Brann et al. (2020) akzeptiert. Items mit kleinerem bzw. größerem Infit bzw. Outfit MNSQ sollten verworfen werden (Brann et al., 2020). Laut Boone et al. (2014) können für das Rating Scale Model engere Schranken von .6 bis 1.4 gewählt werden. Zusätzlich mit der sogenannten point measure correlation, die größer als .3 sein sollte, kann laut Brann et al. (2020) die Eindimensionalität gezeigt werden. Mit der sogenannten principle component analysis of residuals (PCAR) lässt sich außerdem feststellen, ob möglicherweise eine zweite Dimension eine wesentliche Rolle in der Itemauswahl spielt (Brann et al., 2020). Dabei wird der Eigenwert der unerklärlichen Varianz im ersten Kontrast (unexplained variance in the 1st contrast) betrachtet (Brann et al., 2020). Dieser Wert sollte laut Brann et al. (2020) möglichst kleiner oder gleich zwei sein.

#### *4.2.4.2 Guidelines nach Linacre*

Die weitere Auswertung jedes einzelnen Items erfolgt anhand folgender Rating Scale Guidelines nach Linacre (1999). Kann eine Richtlinie nicht erfüllt werden, sollte das Item verworfen werden.

- 1) 10 observations in each rating scale category. (Brann et al., 2020)

Jede Antwortkategorie muss bei jedem Item von mindestens 10 Teilnehmer\*innen ausgewählt worden sein.

2) Regular observation distribution. (Brann et al., 2020)

Die Verteilungsfunktion verhält sich normal, sodass ähnlich wie bei einer Normalverteilung bei mittleren Kategorien, die meisten Antworten gezählt werden können.

3) Average measures advance monotonically with category. (Brann et al., 2020)

Der Mittelwert der Personenfähigkeit in aufeinanderfolgenden Antwortkategorien steigt monoton, sodass die Kategorien auch wieder in der anfangs gewählten Reihenfolge auftreten (z.B. stimme gar nicht zu < stimme eher nicht zu < stimme eher zu < stimme ganz zu).

4) The outfit MNSQ is less than 2.0. (Brann et al., 2020)

Das ungewichtete Mittelwertsquadrat der Kategorien muss kleiner als 2 sein.

5) Orderly series of step calibrations that advance in monotonic way. (Brann et al., 2020)

Der Wert der Rasch-Andrich-Schwelle nimmt von einer zur nächsten Kategorie monoton zu.

6) The distance or gap between response categories should be larger than 1.4 logits and less than 5.0 logits. (Brann et al., 2020)

Die Größe der Rasch-Andrich-Schwelle zwischen den Kategorien nimmt nur Werte zwischen 1,4 und 5 logit an.

#### 4.2.4.3 Validität

Ob ein Test valide, also überhaupt gültig ist, kann laut Schiemann et al. (2014) durch drei Validitätskriterien beschrieben werden:

- Inhaltsvalidität – Durch die Auseinandersetzung mit theoretischen Grundlagen sowie der Überprüfung, ob Items das zugrundeliegende Konstrukt richtig abbilden, kann diese Validität ermittelt werden.
- Kriteriumsvalidität – Hierbei wird überprüft, ob und wie ein Test mit einer oder mehreren andere Informationen in Zusammenhang steht.
- Konstruktvalidität – Die Struktur und der Aufbau des zu messenden Konstrukts wird theoretisch fundiert formuliert und empirisch überprüft.

Die Validität, der aus der Rasch-Analyse resultierenden Skala (construct validity) wird anhand der sogenannte Wright Map überprüft und stellt dadurch die Gültigkeit der Konstruktvalidität

sicher (Brann et al., 2020). Die Wright Map, auch Person-Item-Map genannt bezeichnet ein Diagramm, bei dem Messwerte (measures) für Personenfähigkeit und Itemschwierigkeit für einzelne Personen und Items gegenübergestellt werden (Brann et al., 2020).

#### 4.2.4.4 Reliabilität und Separation

Abschließend werden Qualitätskriterien zu Reliabilität und Separation betrachtet, deren Werte laut Brann et al. (2020) größer als die folgenden Richtwerte (in logit) sein sollten:

Item reliability (.90), Person reliability (.80), Person separation (2.0), Item separation (4.0)

Reliabilität beschreibt dabei laut Linacre (2019) die Reproduzierbarkeit des relativen Messortes, d.h. eine hohe Reliabilität garantiert mit einer hohen Wahrscheinlichkeit, dass beispielsweise Personen mit hohen Personenfähigkeitsmesswerten tatsächlich diese Fähigkeit besitzen.

Separation steht für das Verhältnis von TRUE S.D. der „wahren“ Standardabweichung zu der Fehlerstandardabweichung (RMSE) (Linacre, 2019). Dadurch lässt sich zeigen, wie gut die Fähigkeiten von verschiedenen Personen bzw. die Itemschwierigkeit differenziert werden können (Planinic et al., 2020).

#### 4.2.5 Verbesserung des Testinstruments

Durch die Auswertung nach den oben genannten Kriterien kann der Fragebogen oftmals deutlich verkleinert werden und sollte grundsätzlich wieder den Forschungskreislauf bestehend aus Pilotierung, Rasch-Analyse und anschließender Evaluation (Richtlinien in Kapitel 4.2.4) durchlaufen, bis eine passender Itemauswahl gefunden werden kann (Planinic et al., 2019). Im Falle dieser Masterarbeit wird versucht, Items gleichen Measures zusammenzufassen und die Datensätze der verbliebenen Items wieder einer Rasch-Analyse zu unterziehen und diese zu evaluieren.

## 5 Items und Übersetzungsmöglichkeiten

Im Folgenden werden die einzelnen Items nach Kalender et al. (2019) und mögliche Übersetzungen im Detail beschrieben. Items zu Fähigkeitsselbstkonzept („Competency Belief“) und Interesse spielen dabei keine Rolle, da diese schon ausreichend erforscht sind. Im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen stehen Items zu „Recognition“ sowie zu der „Physikidentität“.

### 5.1 I see myself as physics person

Ausgehend von diesem Item nach Hazari et al. (2010) und Kalender et al. (2019) wurden im Laufe dieser Arbeit folgende Übersetzungen gefunden.

#### 5.1.1 Intuitive Übersetzungen

Zunächst werden intuitive Übersetzungsvarianten dargestellt, die sich ohne genaueren Blick auf die Literatur ergeben haben:

- Ich sehe mich selbst als Physik-Person

Dies ist eine erste teilweise wortwörtliche Übersetzung, die überaus plausibel erscheint. Allerdings könnte der Begriff der Physik-Person zu Verständnisschwierigkeiten führen, da dieser nicht unbedingt im Alltagssprachgebrauch der Schüler\*innen zu finden sein sollte.

- Ich sehe mich selbst als Person, die Physik mag

Dies ist eine weitere intuitive Variante, die die Hingabe zur Physik darstellt. Sollten im Rahmen der Interviews Aspekte des Interesses angesprochen werden, kann dieses Item nicht berücksichtigt werden.

- Ich sehe mich selbst als Person, die sich für Physik interessiert

Erste Überlegungen liefern auch Aspekte des Interesses. Da dies aber nicht Teil der Forschung ist, kommt dieses Item für den weiteren Entwicklungsprozess nicht in Frage.

- Ich bin eine Physik-Person

Dieses Item stellt eine deutliche Verkürzung der ursprünglichen Aussage dar, sollte aber ebenso gut verstanden werden.

- Ich habe Freude an Physik und fühle mich daher als Physik-Person

Abschließend wird ein Item angeführt, bei dem möglichst viele Aspekte berücksichtigt werden. Dadurch ist das Item allerdings zu lang und zu weitläufig, sodass es etwa gemäß Busker (2014) verworfen wird.

### 5.1.2 Physics person nach Kalender

Den Begriff der *physics person* beschreiben Kalender et al. (2019) beispielhaft als „a physics person typically associates his or her physics identity with being good at physics and math or enjoying solving physics problems, which often involves applying mathematical concepts in diverse physical contexts.“ (Kalender et al., 2019). Dies könnte dahingehend übersetzt werden, sodass eine Physik-Person eine Person ist, die ihre physikalische Identität stark mit guten Leistungen in Mathematik oder Physik sowie mit Freude am Lösen von physikalischen Problemen assoziiert. Dadurch ergeben sich folgende Übersetzungen, die möglichst alle Aspekte dieser Beschreibung abdecken.

- Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst

Dies gibt unmittelbar einen Teil der Beschreibung einer physics person nach Kalender et al. (2019) wieder.

- Ich sehe mich selbst als Person, die gut in den Fächern Mathematik und Physik ist

Auch hier dienen Kalender et al. (2019) als nahezu wörtliche Vorlage. Mathematik ist zwar ein wichtiges Werkzeug im Physikunterricht ist und prägt auch nach wie vor die meist deduktive Unterrichtsgestaltung, bei der Rechenbeispiele ein wichtiger Bestandteil sind. Allerdings kann für die Sichtweise auf die beiden Fächer für viele Schüler\*innen variieren, dass sie sich beispielsweise schlechter in Mathematik, aber gut in Physik sehen. Um daher die Aussage dem Forschungsschwerpunkt entsprechend eindeutig zu formulieren und wie u.a. von Busker (2014) empfohlen, zwei Aussagen innerhalb eines Items zu vermeiden, wird das Fach Mathematik weggelassen.

- Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik (und Mathematik) hat

Dies folgt ebenso aus der Beschreibung nach Kalender et al. (2019), wobei in weiterer Folge auch auf das Fach Mathematik verzichtet wird.

- Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist

Die Freude an Physik könnte alternativ durch die Begeisterung für das Fach beschrieben werden. Dabei ist wieder zu beachten, ob Aspekte des Interesses auch versehentlich angesprochen werden.

- Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt

Um nicht zu stark auf die mathematisch und technischen Problemlöseprozesse zu fokussieren, wäre dies eine abgeschwächte Form.

- Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit physikalischen Themen auseinandersetzt

Weiters könnte der Fokus auch auf physikalischen Themen liegen.

- Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Phänomene beschreibt

Dieses Item wäre noch allgemeiner formuliert. Es ähnelt aber sehr stark den Items zu Selbstwirksamkeitserwartung bzw. Interesse und wird daher für die weitere Forschung verworfen.

- Ich bin ein Nerd/ ein Geek/ ein Freak

Bedenklich wäre die Bezeichnung als Nerd, die von vielen Schüler\*innen möglicherweise zwar richtig verstanden würde, allerdings sehr stark von negativen Vorurteilen besetzt ist.

## 5.2 My parents/ my friends/ my TA or Instructur see me as physics person

Hier werden Formulierungen ähnlich wie im vorangegangenen Kapitel gewählt, exemplarisch seien folgende Items angeführt:

- Meine Eltern sehen mich als Physik-Person.
- Meine Freund\*innen sehen mich als Person, die Physik mag
- Mein\*e Lehrer\*in sieht mich als Person, die gut in Physik ist

Eine genaue Darstellung erfolgt im Schülerfragebogen im Anhang. Zusätzlich erscheinen folgende Ergänzungen notwendig:



## 6 Ergebnisse

### 6.1 Ergebnisse der Interviews

#### 6.1.1 Allgemeine Auffälligkeiten

Die Bearbeitung der 34 Items im Zuge der Interviews dauerte stets zwischen 10 und 15 Minuten. Viele der 10 Schüler\*innen (4 männlich, 6 weiblich) hatten keine Probleme mit der Methode „Lautes Denken“ und teilten so ihre Gedanken mit. Vier Interviewpartner\*innen arbeiteten die Items sehr schnell ab, sodass nur wenige Gedanken hörbar gemacht werden konnten. Oft konnte erst nach einem oder mehreren Hinweisen, etwa das Tempo anzupassen oder die Gedanken deutlicher zu formulieren, mehr Einblick gewonnen werden. Zwei der Teilnehmer\*innen machten überaus lange Gedankenpausen und lieferten ebenso wenige zusätzliche Informationen. Um zusätzliche Informationen zu erhalten und mögliche Verständnisschwierigkeiten zu entdecken, wurde am Ende der ersten Seite bzw. vor der Bonusfrage am Ende der zweiten Seite Rückschau auf die bereits abgehandelten Items gehalten.

Auffällig ist eine gewisse Tendenz zur Mitte, das heißt zwischen den Auswahlmöglichkeiten „stimme eher zu“ und „stimme eher nicht zu“. Abweichungen von dieser Präferenz konnten nur selten festgestellt werden. Schüler\*innen, die ganz oder eher zustimmen, tendieren selten dazu eher nicht oder gar nicht zuzustimmen und umgekehrt. Dadurch zeigt sich eine grundsätzliche Konsistenz zwischen den Items. Dies ist auch anhand von Mittelwertbildung über jedes Item und die Antworten der 10 Interviewpartner erkennbar, wie in Abbildung 9 dargestellt. Diese ist allerdings aufgrund der geringen Teilnehmer\*innenzahl nur bedingt aussagekräftig.

Die Ähnlichkeit der Items wird oft schon früh bemerkt und spätestens bei der Rückschau am Ende der 1. Seite angesprochen. Manchmal bleibt diese Ähnlichkeit aber auch unkommentiert.

Physik wurde fast ausschließlich nur mit Physik in der Schule bzw. im Physikunterricht assoziiert („ist nicht unbedingt mein Lieblingsfach“, „ich setze mich zu Hause nicht hin zum [physikalische] Probleme lösen“ oder „ich mache im Unterricht mit“, „es ist mein Lieblingsfach, da ich gerne alte Geschichten zur Physik höre“). Dass Physik auch im Alltag bzw. in der Freizeit eine Rolle spielen könnte, wird nur selten thematisiert und meist verneint (z.B.

im Zusammenhang mit Problemlösen und der Auseinandersetzung mit Physik: „mach nix in der Freizeit“, „nur in der Schule oder bei Aufgaben“). Nur ein Schüler beschäftigt sich explizit mit Physik auch in der Freizeit und sieht das als einen Grund, warum er Physik mag („ich recherchiere zu Tesla usw.“). Somit beziehen sich fast alle Aussagen der befragten Schüler\*innen nur auf den Physikunterricht.

Eine gewisse Ähnlichkeit bzw. Überlagerungen mit Mathematik werden geäußert, da Items, die das Lösen von Problemen ansprechen oft nur mit dem Lösen von physikalischen Rechenbeispielen oder mit der Durchführung von Demonstrationsexperimenten in Verbindung gebracht wird. Außerschulische physikalische Problemstellungen werden nur selten von den Interviewpartner\*innen damit assoziiert.

Der Begriff der Physik-Person wurde in der Rückschau manchmal als unklar angesprochen. Auf die Rückfrage, wie der/die Interviewpartner\*in den Begriff beschreiben würde, wurden fast ausschließlich Aussagen formuliert, wie sie bereits durch die Items dargestellt sind („die Physik mag“, „wenn ich immer über Physik rede“, „die Interesse findet, Physik-Aufgaben zu lösen“).

Bei vielen der Items wird ein direkter Zusammenhang mit Interesse geäußert. Besonders häufig ist dies bei Items des Stamms „mit Physik auseinandersetzt“ (insgesamt 7 Äußerungen) zu bemerken. „Freude an Physik haben“ (6 Äußerungen), „Physik mögen“ (5 Äußerungen), „von Physik begeistert sein“ (4), „physikalische Probleme lösen“ (3), Physik-Person (2) und „gut in Physik sein“ (1) werden etwas geringer mit dem Interesse verknüpft.

Aussagen von Freund\*innen/Eltern/Lehrer\*innen werden oft mit den eigenen Leistungen („ich mache im Unterricht mit“ [daher sieht mich mein\*e Lehrer\*in als ...], „Noten sind nicht schlecht“) analysiert und werden weniger mit Erfahrungen/Aussagen der betreffenden Personen erklärt. Daher finden sich innerhalb einer Itemgruppe, die z.B. die Endung „...die Physik mag.“ aufweist, nur geringe Unterschiede hinsichtlich der Mittelwerte der einzelnen Items, wie in Abbildung 9 dargestellt.

Items, die Eltern und teilweise auch die Freund\*innen betreffen, kann laut Abbildung 9 innerhalb einer Itemgruppe meist weniger zugestimmt werden, als dies bei der Ich- bzw. der Lehrer\*in-Perspektive der Fall ist. Dies zeigt sich vor allem in den Gruppen „..., die Physik mag“ und „..., die von Physik begeistert ist“. Allerdings ist dies nicht immer der Fall, wie zum in der Gruppe „..., die gut in Physik ist“ ersichtlich ist. Hier ist zwar das Item „Meine Eltern halten

mich in Physik für gut“ am schlechtesten gewertet, allerdings sind die Items „Meine Eltern sehen mich als Person, die gut in Physik ist“ und „Meine Eltern meinen, dass ich gut in Physik bin“ mit 3,1 Punkten gleich auf wie das Item „Meine Lehrer\*in sieht mich als Person, die gut in Physik ist“ und somit deutlich über der üblichen Bewertung in dieser Personengruppe.

Bezüglich der allgemeinen Einstellung kann der Ich-Perspektive scheinbar besser zugestimmt werden. Dies ist bei „..., die Physik mag“, „..., Freude an Physik hat“, „... die Physik begeistert ist“ der Fall. Hingegen sind „..., die gerne physikalische Probleme löst“, „..., die gut in Physik ist“ und „..., die sich gerne mit Physik auseinandersetzt“ Endung, die hinsichtlich der Physiklehrperson besser gewertet werden. Diese Items beschreiben vermehrt den Physikunterricht, der wiederum stärker mit der Lehrperson verbunden wird.

Im Vergleich der Mittelwerte aller Items zeigt sich, dass Items mit der Endung „halten mich für gut in Physik“, wie z.B. „Meine Eltern halten mich für gut in Physik“ deutlich besser abschneiden. Damit könnte ein anderes Konstrukt angesprochen werden, das nicht auf das physikbezogene Selbstkonzept abzielt.

Im Laufe der Interviews wird immer mehr eine Themenabhängigkeit der Aussagen geäußert, sodass mitunter andere Werte der Zustimmung bei konkreten physikalischen Themenbereichen möglich gewesen wären.

Allgemein werden die Items gut angenommen und es ist keine gravierende Abweichung bei einem Item oder einer Itemgruppe erkennbar.

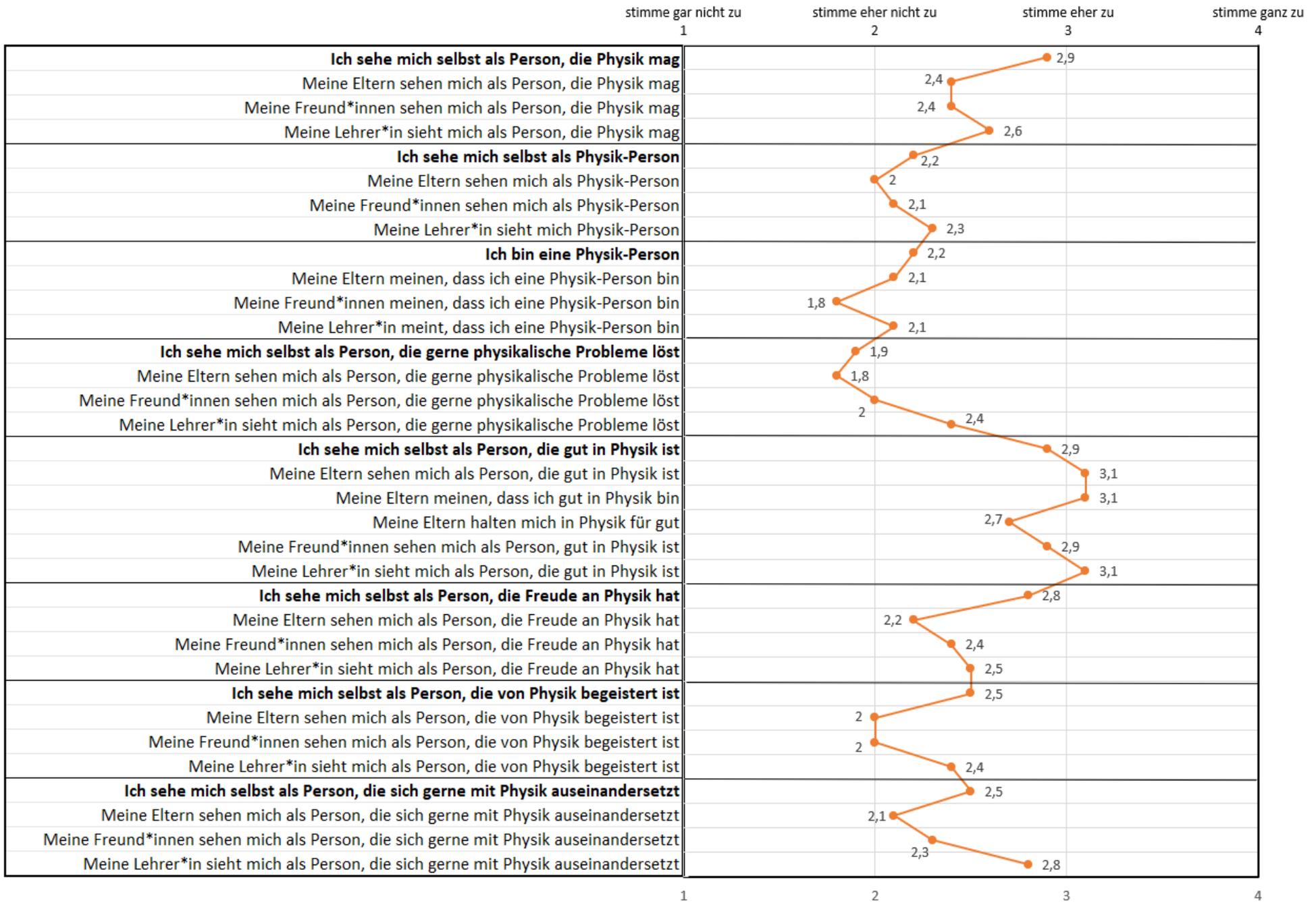


Abbildung 9: Items des Interview-Fragebogens und zugehörige Mittelwerte

### 6.1.2 Bonusfrage

Die Bonus-Frage lieferte meistens mehr Informationen, da stets eine Begründung der Präferenz notwendig war. Von 5 Schüler\*innen wird die Aussage „Meine Eltern meinen, dass ich gut in Physik bin“ favorisiert. Dicht dahinter folgt „Meine Eltern sehen mich als Person, die gut in Physik ist“ mit viermaliger Reihung an erster Position. In beiden Fällen wird oftmals über das Wissen der Eltern über die eigene Person argumentiert. Dies ist im Fall des Items „Meine Eltern halten mich in Physik für gut“ nicht gegeben. Dieses Item wurde nie an erster oder zweiter Stelle gereiht. Hier wird von vielen Schüler\*innen eine reine Mutmaßung ausgemacht, die nur wenig Anerkennung der eigenen Leistung widerspiegelt.

Da die Formulierung mit „meinen“ besonders gut von den Schüler\*innen angenommen wurde, wurden analoge Items hinzugefügt (z.B. „Meine Freund\*innen meinen, dass ich Physik mag“). „halten mich für gut“ konnte nicht überzeugen und wurde daher gänzlich aus dem Fragebogen entfernt.

### 6.1.3 Verbesserungen vor der Online-Fragebogen-Erstellung

Durch die nochmalige Auseinandersetzung mit den Items im Rahmen der Interviewreihe und da selten aber doch eine Unsicherheit mit dem Begriff der „Physik-Person“ geäußert wurde, wurde versucht weitere Synonyme für diese Ausdruck zu finden, die für Schüler\*innen leichter zugänglicher wären. Physiker\*in, Physik-Typ oder Physik-Mensch könnten mitunter verständlichere Begriffe sein, können aber aufgrund einer fehlenden Pilotierung nicht in den Online-Fragebogen aufgenommen werden. Um trotzdem noch weitere Einblicke zum Begriff der Physik-Person erhalten zu können, wird folgende offene Frage integriert:

Was bedeutet für dich der Begriff „Physik-Person“?

Da in manchen Fällen nachgefragt wurde, welche Lehrperson gemeint ist, wird Lehrer\*in zu Physiklehrer\*in allen Items korrigiert.

Da in den meisten Fällen bei einem Item hinsichtlich der unterschiedlichen Personengruppen keine großen Unterschiede erkennbar waren, wurde eine Verschlankung des Fragebogens angedacht. Durch die ohnehin geringe Anzahl an Items wurde diese Idee aber bald wieder verworfen.

Die Itemgruppe „gut in Physik sein“ zeigte zwar in den Interviews stets deutlich bessere Werte, wird aber im Fragebogen belassen, um diesen Verdacht mit einer größeren Stichprobe fundierter beurteilen zu können.

Bezüglich der demografischen Daten werden Alter, Geschlecht, Schulstufe, Schultyp sowie die zu Hause gesprochenen Sprachen erhoben.

Bei der Eingabe in das Tool Microsoft Forms wurde auf eine bunte Durchmischung der Aussagen geachtet. Um nicht gleich zu Beginn unbewusst das Interesse in den Mittelpunkt zu stellen, wurde der Einleitungstext nochmals überarbeitet und findet sich sowie die schlussendlich eingesetzten Items im Anhang im Kapitel 10.2.

## 6.2 Ergebnisse des Online-Fragebogens

### 6.2.1 Demografische Auswertung

Der entwickelte Online-Fragebogen wurde gezielt an ein Gymnasium in Niederösterreich sowie eine Mittelschule in Wien übermittelt. Dadurch konnten 95 Rückmeldungen generiert werden, wobei 91 davon gültig sind und keine Extreme (nur Zustimmung oder Ablehnung) aufweisen. Insgesamt nahmen 59 weibliche, 30 männliche und 6 diverse Schüler\*innen teil. Diese können der AHS-Unterstufe (37), der AHS-Oberstufe (29), der Mittelschule (18) sowie anderen Schulformen (11), wie in Abbildung 10 dargestellt, zugeordnet werden.

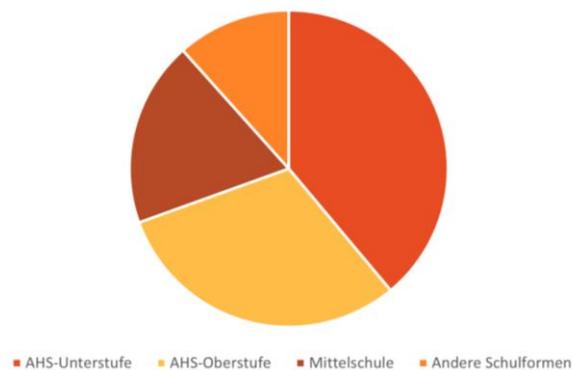


Abbildung 10: Verteilung nach Schulform

Viele der Teilnehmer\*innen (31) sind 14 Jahre alt. Die meisten Schüler\*innen (38) besuchen eine 3. Klasse. Weitere Angaben zu Alter und Schulklasse sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Verteilung nach Alter und Schulklasse

Alter	Anzahl
12 Jahre	7
13 Jahre	29
14 Jahre	31
15 Jahre	17
16 Jahre	7
17 Jahre	1
Anderes Alter	3

Schulklasse	Anzahl
3. Klasse	38
4. Klasse	26
5. Klasse	14
6. Klasse	10
7. Klasse	0
8. Klasse	1
Andere Klasse	6

78 Teilnehmer\*innen sprechen Deutsch zu Hause am meisten, während 10 Personen eine andere Hauptsprache nennen und 7 Schüler\*innen beide Sprachen gleich viel zu Hause verwenden.

## 6.2.2 Frage zur Physik-Person

Auf die offene Frage „Was bedeutet für dich der Begriff ‚Physik-Person‘?“ wurden folgende Aussagen getätigt, wobei viele Schüler\*innen mehrere Aussagen kombinierten. Aussagen ähnlich zu „Eine Person, die Physik mag“ wurde 26-mal genannt. Eine Person, die „sich mit Physik auseinandersetzt“ (19), „sich für Physik interessiert“ (17) oder „sich mit Physik beschäftigt (15) wurde ebenfalls sehr häufig angeben. Formulierungen wie „Eine Person, die Freude an Physik hat“ oder „Eine Person, die gut in Physik ist“ erzielten jeweils 7 Nennungen. Ebenfalls noch mehrfach genannt wurden „Eine Person, die viel über Physik versteht oder Physik gut versteht“ (6), „Eine Person, die von Physik begeistert ist“ (5), „Eine Person, die gerne physikalische Probleme löst“ (3), „Eine Person, die sich gut mit Physik auskennt“ (3), „Eine Person, die geschickt und logisch denkt“ (2), „Eine Person, die Spaß an Physik hat“ (2), „Eine Person, die viel mit Physik zu tun hat/ haben möchte“ (2) und „Eine Person, die Physik liebt“ (2). All diese Aussagen und ihre Häufigkeiten sind in Abbildung 11 dargestellt, wobei unter „Sonstige Aussagen“ die folgenden 12 Antworten zusammengefasst wurden.

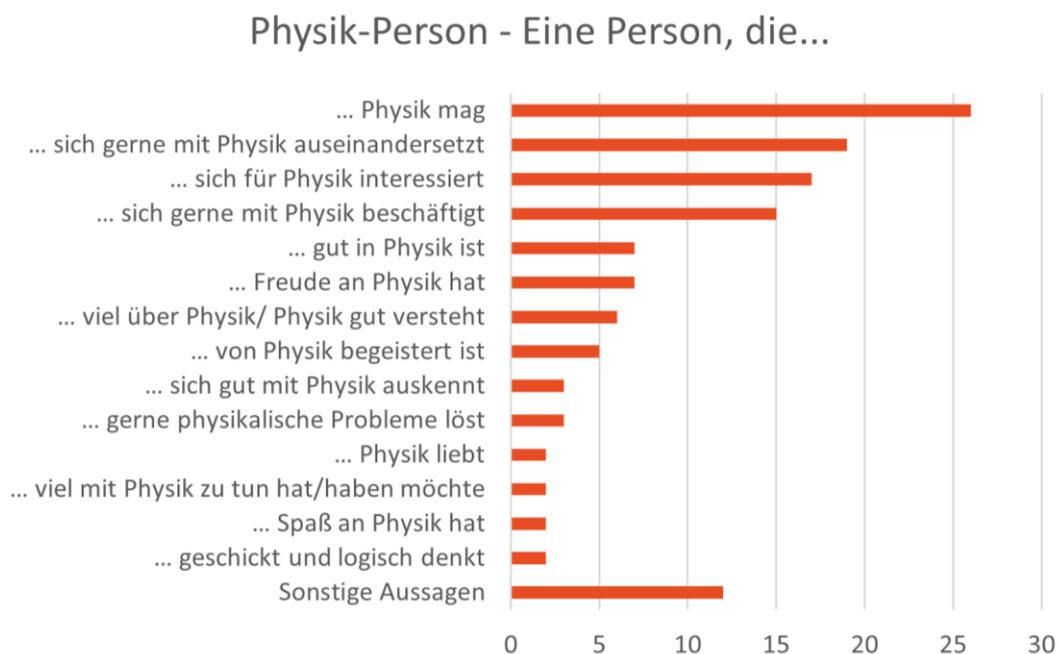


Abbildung 11: Häufigkeit der Aussagen zur Physik-Person

Jeweils einmal wurden folgende Aussagen getroffen: „Eine Person, die nicht genug von Formeln und Co bekommen kann“, „Eine Person, die jegliche Bereiche, die etwas mit Physik zu tun haben, schätzt“, „Eine Person, die alles in Physik sehr genau nimmt“, „Eine Person, die mir etwas über Physik beizubringen versucht“, „Eine Person, die Physik kann“, „Eine Person,

die gerne darüber nachdenkt, was physikalisch bei bestimmten Dingen passiert“, „Eine Person, die gerne Physik macht“ und „Eine Person, die weiß man sich damit beschäftigt“.

Viele der Antworten folgten dem durch die zuvor behandelten Items indirekt vorgegebenem Schema. Etwas freier wurden folgende Antworten formuliert, die aber auch in passende Items umformuliert werden könnten: „Wenn man alles was mit Physik zu tun hat hinterfragt, auch wenn man nicht gerade in der Schule sitzt und dem Lehrer zu hört.“, „Für mich bedeutet der Begriff, dass ich Physik mein Lieblingsfach ist“, „Ich kenne diesen Ausdruck nicht, könnte mir aber vorstellen, dass man damit Physiker meint“.

Ein\*e Schüler\*in assoziierte lediglich „Albert Einstein“ mit dem Begriff der Physik-Person. Die Antworten weiterer 6 Schüler\*innen zeigten keinerlei Bezug zur Physik-Person und wurden wohl nur zum Überspringen dieser Frage genutzt.

### 6.3 Ergebnisse der Rasch-Analyse

Durch die Auswertung mit der Rasch-Analyse wie sie in Kapitel 4.2.4 beschrieben wird, wird zunächst der gesamte Itempool hinsichtlich verschiedenster Kriterien untersucht. Items, die diese nicht erfüllen, werden verworfen. Anschließend erfolgt die Auswahl von Items, die zu neuen und kürzeren Fragebögen zusammengefasst werden. Durch die erneute Rasch-Analyse kann die Anzahl an akzeptablen Fragebögen immer weiter eingeschränkt werden. Alle relevanten Ergebnisse dieses Vorgangs sind in diesem Kapitel zusammengefasst. Alle Rohdaten, die mit der Software Winsteps ermittelt wurden und grundsätzlich für die vorliegenden Auswertungen sind finden sich im Anhang in den Kapiteln 10.4 und 10.5.

#### 6.3.1 Eindimensionalität

Folgende Items (siehe Tabelle 2) werden verworfen, da der Infit und/oder der Outfit des MNSQ außerhalb des Intervalls [.6, 1.4] liegen, wobei sich die Nummerierung im Folgenden immer auf die Position im Fragebogen bezieht:

Tabelle 2: Verworfenen Items aufgrund abweichender MNSQ-Werte

ITEM	ITEMTEXT	MNSQ
5	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Freude an Physik hat	Outfit: 1.46
10	Ich löse gerne physikalische Probleme	Outfit: 2.06
22	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gut in Physik ist	Outfit: 1.74
29	Meine Freund*innen sehen mich als Physik-Person	Outfit: 3.52
35	Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik hat	Outfit: .58
49	Meine Eltern meinen, dass ich eine Physik-Person bin	Infit: .55 und Outfit: .52

Für alle anderen Items ist die Eindimensionalität gegeben, da die point measure correlation angemessene Werte (größer .3) aufweist und die Analyse des PCAR unauffällig ist. Im ersten Kontrast ist zwar ein Eigenwert von 9.9769 zu finden, der deutlich größer als 2 ist, aufgrund der großen Itemzahl aber verhältnismäßig klein ist. 3 Cluster wurden durch die PCAR mit folgenden Pearson Correlation-Werten gefunden: Cluster 1 und 3:  $r = 0,7254$ , Cluster 1 und 2:  $r = 0,7736$ , Cluster 2 und 3:  $r = 0,9200$

### 6.3.2 Guidelines nach Linacre

Richtlinie 1 wird durch folgende Items (siehe Tabelle 3) verletzt, wobei die betroffene Kategorie (1 = stimme gar nicht zu, 2 = stimme eher nicht zu, 3 = stimme eher zu, 4 = stimme ganz zu) sowie die absolute Anzahl der Antworten (<10) in dieser Kategorie dargestellt sind.

Tabelle 3: Verworfenen Items gemäß Guideline 1 nach Linacre

ITEM	ITEMTEXT	KAT.	ANZ.
3	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst	4	9
4	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gut in Physik bin	1	6
9	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Physik-Person	1	9
12	Ich mag Physik	1	9
13	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die gut in Physik ist	1	7
16	Meine Freund*innen meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse	4	7
27	Ich sehe mich selbst als Physik-Person	4	8
34	Meine Eltern sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst	4	9

Richtlinie 2 ist für alle Items erfüllt, da die gezählten Antworten pro Kategorie (observed counts) laut Tabelle 4 zur Mitte hin zu- bzw. abnehmen ( $898 < 1934 > 1716 > 772$ ). Die Richtlinie 3 ist erfüllt, da die mittleren Messwerte (observed average) monoton in Abhängigkeit von der Kategorie ansteigen ( $-2.71 < -.96 < .80 < 3.12$ ). Da alle Werte zu Outfit MNSQ der Kategorien kleiner als 2.0 ist, ist Richtlinie 4 erfüllt. Richtlinie 5 bezieht sich auf die Zunahme der Wert des „Andrich Threshold“, was mit Blick auf Tabelle 4 gegeben ist. Die Abstände zwischen diesen Peaks sind, wie in Richtlinie 6 gefordert, größer als 1.4 und kleiner als 5, wodurch auch diese Richtlinie erfüllt ist.

Tabelle 4: Ausschnitt der relevantesten Statistiken der Rasch-Analyse zu den einzelnen Kategorien

Category	Observed Count	Observed Average	Outfit MNSQ	Andrich Threshold
1 (stimme gar nicht zu)	898 (17%)	-2.71	1.06	NONE
2 (stimme eher nicht zu)	1934 (36%)	-.96	.78	-2.63
3 (stimme eher zu)	1716 (32%)	.80	.89	-.02
4 (stimme ganz zu)	772 (15%)	3.12	1.60	2.64

### 6.3.3 Wright Map

In der Wright Map (Abbildung 12) sind Items mit Itemschwierigkeiten von  $-1.19$  bis  $1.19$  in Relation zu den Personenfähigkeiten aller 95 Teilnehmer\*innen dargestellt. Items, die durch die oben angeführten Auswertungen nicht mehr weiter in Frage kommen, wurden eingeklammert. Die Personenfähigkeit weist eine deutlich größere Spannweite auf, wobei  $6.79$  das Maximum und  $-5.64$  das Minimum sind. Das zeigt sich gut in der Wright Map, sodass für Schüler\*innen mit besonders großer bzw. kleiner Fähigkeit keine Items zur Verfügung stehen. Eine deutliche Lücke hinsichtlich der Personenfähigkeit lässt sich bei  $-.2$  logits ausmachen. Bei  $.6$  logits ist nur eine Person vertreten, was auch auf eine Schwelle hindeuten könnte. Viele Items liegen auf gleicher Höhe, sodass eine deutliche Verkürzung des Fragebogens möglich sein sollte.

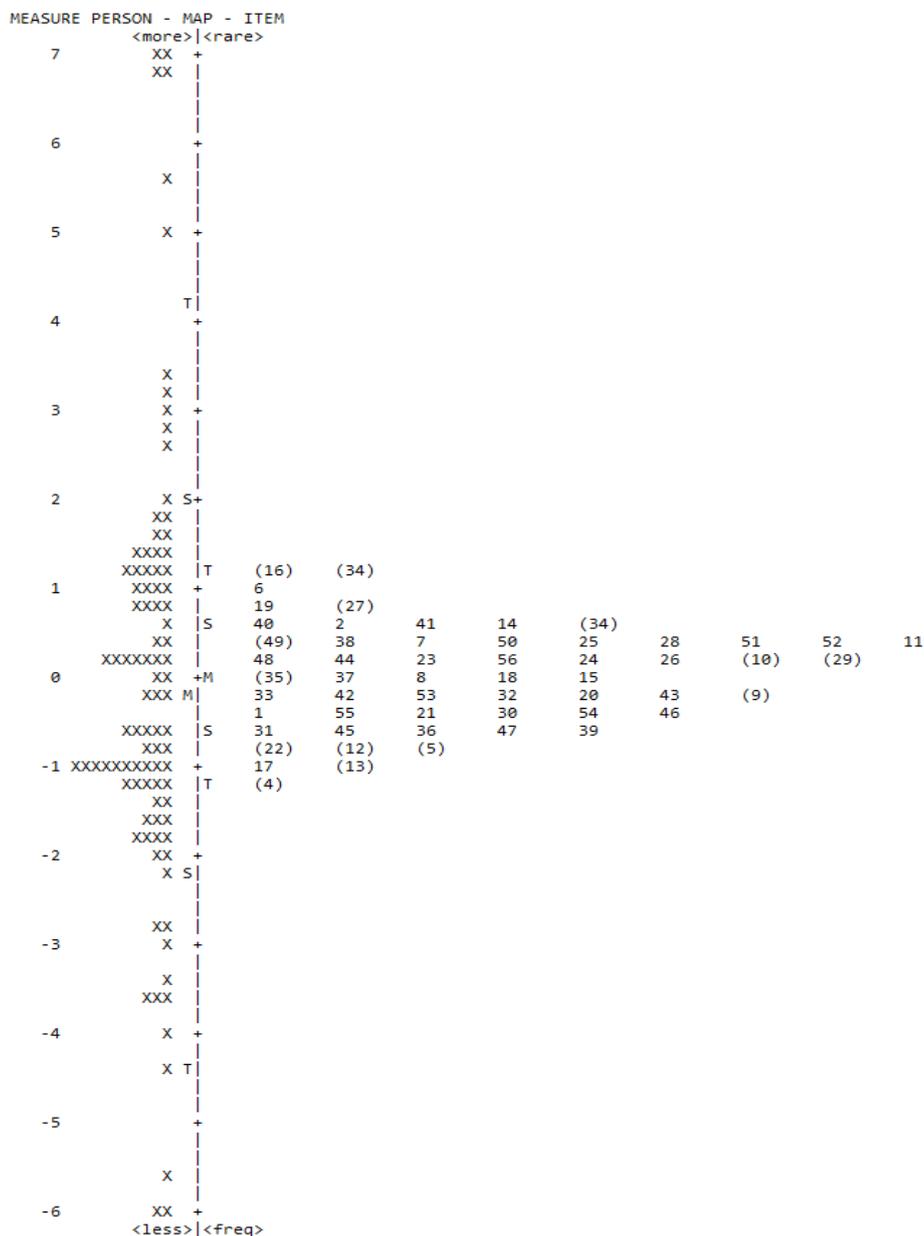


Abbildung 12: Wright Map zum gesamten Fragebogen. Eingeklammerte Items werden nach diversen Auswertungen, v.a. durch die Richtlinien von Linacre (1999) verworfen

#### 6.3.4 Reliabilität und Separation

Folgende Werte konnten für Reliabilität und Separation gefunden werden: Person Reliability: 0.98, Person Separation: 7.52, Item Reliability: 0.89, Item Separation: 2.85. All diese Werte übertreffen die empfohlenen Richtwerte, sodass dieser Fragebogen als zuverlässig bezeichnet werden kann.

#### 6.3.5 Verbesserung des Testinstruments

Anhand der Darstellung der verbliebenen Items, insbesondere in der Wright Map, ergeben sich folgende Schlussfolgerungen zur Auswahl passender Items:

Alle Items, die „gut in Physik sein“ beinhalten, finden sich am unteren Ende der Wright Map, wodurch gezeigt ist, dass es stets leicht fällt diesen Aussagen zuzustimmen. Dies entspricht grundsätzlich der Beobachtung im Rahmen der Think-Aloud-Interviews, dass diese zu leicht zu beantworten wären. Allerdings finden sich in diesem Bereich auch andere Items mit ähnlichem Measure, sodass das „gut sein“ nicht zwangsläufig eine andere Skala bildet. Unabhängig von der Personengruppe (ich, Freunde\*innen, Eltern oder Physiklehrer\*in) finden sich diese Items nahe beisammen, sodass dieser Bereich auf ein oder zwei Items reduziert werden kann.

Die Aussagen der Physiklehrer\*in haben fast nur negatives Measure, sodass die Schüler\*innen ebenfalls leichter diesen Items zustimmen. Ausnahmen stellen dabei die Items 18 und Item 23 dar. Item 18 beinhaltet dabei den „schwierigeren“ Begriff der Physik-Person, der tendenziell sehr hohe Messwerte erzielt. Bei Item 23 wiederum wird das Lösen von physikalischen Problemen angesprochen, was allgemein im mittleren Bereich der Wright Map zu finden ist. Die Auswahl aller anderen Items zur Physiklehrperson kann wieder gut zusammengefasst werden.

Items zur eigenen Person finden sich rund um den Skalenursprung, während sich Items zu Freund\*innen und den Eltern am oberen Ende der Skala gruppieren. Durch ähnliche Messwerte ist auch hier eine Vereinfachung möglich.

Items zu „Freunde an Physik haben“ und „Physik mögen“ liegen im mittleren Bereich der Skala oft nahe beieinander und können daher besonders bei gleichem Measure (z.B. Item 20 und 43 mit -.19) gegenseitig ausgetauscht werden. Eine ähnliche Übereinstimmung zeigt sich bei Items zum „begeistert sein“ bzw. zum „Auseinandersetzen mit Physik“. Beispielsweise die

Items 7, 28 und 50 haben mit .4 einen gleichen Messwert und können durch eines der Items repräsentiert werden. Das „Auseinandersetzen mit Physik“ ist großteils im oberen Bereich der Wright Map zu finden, während das „begeistert sein“ an verschiedensten Stellen zu finden ist und nicht näher lokalisiert werden kann. Darüber hinaus lässt sich ein gleiches Measure von .1 bei den Items 44 und 56 feststellen, sodass auch für die Bereiche „mit Physik auseinandersetzen“ und „Freude an Physik haben“ ähnliche Ergebnisse erwartet werden können. In einigen Fällen zur Itemauswahl werden daher all diese vier Itemvarianten miteinander in Beziehung gesetzt und gegebenenfalls gegenseitig ersetzt.

Eine mögliche Systematik, dass Aussagen der Form „...meinen, dass...“ einfacher als Items mit der Wendung „sehen mich als Person, die“ zu beantworten sind, konnte nicht für alle Items gezeigt werden. Beispielsweise ist es bei den Items 8 (Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist, 0) und 33 (Ich bin von Physik begeistert, -.26) genau umgekehrt.

#### 6.3.6 Konstruktion von Fragebögen

Die in Tabelle 5 dargestellten Tests, bestehend aus fünf bis zehn Items, konnten gebildet werden. Leider war der Wert der Item Separation bei der neuerlichen Rasch-Analyse oft zu niedrig, sodass bis zuletzt keine Tests gefunden werden konnte, der diese Bedingung erfüllt hätte. Der ausschlaggebende Wert für den Ausschluss des jeweiligen Tests ist in folgender Beschreibung in Klammern angeführt bzw. wird bei Bedarf noch näher erläutert. Eine Auflistung der Items mit dem zugehörigen Itemtext findet sich im Anhang in Kapitel 10.3.

Test 1, bestehend aus 5 Items, konnte grundsätzlich aufgrund der Qualitätskriterien überzeugen, musste aber aufgrund des anfangs fehlerhaften Ausschlussverfahrens bezüglich der MNSQ-Werte schließlich verworfen werden. Da diese Itemanzahl im ersten Moment gut passte, wurden mit den Tests 2 und 3 ebenfalls fünfteilige Fragebögen gestaltet, die allerdings nicht den Ansprüchen genügen konnten (Item Separation: 3.37 bzw. 3.09). Dieser Test hat als einziger einen Wert zur Item Separation, der mit 4.20 größer als 4 ist und gleichzeitig der weitaus höchste erzielte Wert ist, sodass die oben genannten Tests nach ähnlichen Kriterien gebildet wurden, etwa auch der Test 14, die zeitweise als optimaler Fragebogen galt.

Somit wurden umfangreichere Auswahlen getroffen, die 10 bzw. 9 Items umfassten, um im Idealfall bessere Ergebnisse zu erzielen. Diese lieferten mit Test 4 (Item Reliability: 0.85 und Item Separation 2.43) sowie Test 5 (Item Separation: 3.12) allerdings auch keine adäquaten Fragebögen.

Tabelle 5: Übersicht über den Aufbau der Fragebögen und zugehörige Gütekriterien

TEST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ITEM	6	17	8	1	2	2	2	6	6	6	2	6	6	6
ITEM	17	21	19	7	11	18	6	7	17	14	6	17	7	17
ITEM	30	25	39	18	17	40	8	15	18	17	17	18	8	30
ITEM	35	26	45	22	19	52	17	17	19	23	20	30	17	32
ITEM	49	40	49	35	23		24	40	20	28	24	37	19	38
ITEM				40	36		25	47	36	33	36	38	33	56
ITEM				41	37		32	48	38	43	48	52	43	
ITEM				47	48		45	53	44	55	55	56	47	
ITEM				48	50									48
ITEM				51										55
PERSON RELIABILITY	.84	.84	.82	.92	.89	.76	.87	.86	.89	.88	.87	.89	.90	.86
PERSON SEPARATION	2.31	2.33	2.12	3.34	2.88	1.79	2.55	2.52	2.90	2.70	2.59	2.86	3.03	2.45
ITEM RELIABILITY	.95	.92	.91	.85	.91	.47	.92	.91	.93	.91	.92	.91	.91	.93
ITEM SEPARATION	4.20	3.37	3.09	2.43	3.12	.94	3.37	3.28	3.58	3.25	3.33	3.14	3.23	3.70

Test 6 besteht nur aus Items, die den Begriff der Physik-Physik beinhalten, ähnlich wie sie bei Kalender et al. (2019) im englischsprachigen Original ursprünglich vorkommen. Diese Auswahl kommt aber unter anderem aufgrund der äußerst geringen Item Reliability von .47 nicht in Frage.

Allgemein wurde darauf geachtet, dass alle Personengruppen in der Auswahl der Items berücksichtigt werden. Dies war nicht gegeben, sodass manche Personen deutlich öfter im Fragebogen auftauchten. In weiterer Folge wurden Tests konstruiert, die jeweils 8 Items umfassten, um jede Personengruppe mit jeweils 2 Items mit gleicher Wichtigkeit zu versehen. Durch diese Einschränkung wurde die Itemauswahl deutlich erschwert. Dennoch konnten die Tests 7 bis 12 ausgemacht werden. Diese sind aufgrund einer zu geringen Item Separation allerdings auch nicht weiter zu berücksichtigen (Test 7: 3.37, Test 8: 3.28, Test 9: 3.58, Test 10: 3.25, Test 11: 3.33 und Test 12: 3.14).

Schließlich wurde noch eine umfangreiche Itemauswahl mit 10 Items gestaltet. Dieser 13. Test lieferte mit einer Item Separation von 3.23 allerdings wieder einen zu geringen Wert.

In der Hoffnung in Anlehnung an den ausgeschlossenen Test 1 eine vergleichbar gute Itemauswahl zu finden, wurde mit ähnlichen Items der Test 14 entwickelt. Der bisher höchste Wert bezüglich der Item Separation von 3.70 konnte zwar erzielt werden, allerdings ist die Wahl der Items nicht optimal. Dies ist etwa hinsichtlich der Personengruppen der Fall, da nur je eine Aussage zu Freund\*innen und der eigenen Person je zwei Aussagen zu Physiklehrer\*in bzw. Eltern gegenüberstehen. Weiters ist die Aussage „Ich bin gut in Physik“ gänzlich anders konstruiert und könnte durch diese Eigenart in dieser Auswahl das Ankreuzverhalten negativ beeinflussen. Ein besonders hoher Wert der Item Separation kann somit nicht die entscheidende Variable für die Wahl an Items darstellen, da unter anderem der vorliegende Stichprobenumfang gemäß Linacre (2019) keine besseren Ergebnisse (insbesondere eine Item Separation größer als 4) zulässt.

### 6.3.7 Auswahl des besten Tests

Somit wurde die Suche nach weiteren möglichen Kombinationen aus dem umfangreichen Itempool eingestellt und der Fokus auf bereits vorhandene Tests sowie die dabei ermittelten Evidenzgrößen gelegt.

Bezüglich der Person Reliability würden mit Ausnahme des Tests 6 (mit einem Wert von .76) alle anderen Tests für die weitere Auswahl in Frage kommen. Die Item Reliability wird nur von den Tests 4 (mit 0.85) und 6 (mit .47) unterschritten.

Hinsichtlich der Person Separation weisen die Tests 4, 5 und 13 mit 3.34, 2.88 und 3.03 vergleichsweise große Werte auf. Dies kann laut Linacre (2019) vor allem auf eine größere Anzahl an Items zurückgeführt werden, da in diesen Fällen 9 bzw. 10 Items Teil des Fragebogens sind. Test 4 wurde bereits zuvor durch eine zu geringe Item Reliability von 0.85 ausgeschlossen und wird daher auch hier nicht weiter berücksichtigt. Bei den Tests 5 und 13 ist ähnlich zu Test 14 ist durch die Auswahl eine Dominanz der Items in „Ich“-Perspektive entstanden. Die 3 bzw. 4 Items im Vergleich zu den jeweils 2 Items jeder anderen Personengruppe könnten wieder das Ankreuzverhalten negativ beeinflussen.

Daher werden auch diese Tests wieder verworfen und Items mit einer ausgewogeneren Aufteilung hinsichtlich der Personengruppen betrachtet. Dies sind die Tests 7 bis 12 mit je 8 Items, die genau unter diesem Gesichtspunkt konstruiert wurden. Hinsichtlich der Person Separation werden stets gute Werte größer als 2.5 erzielt, wodurch all diese Tests gute Fragebögen zur Beschreibung des physikbezogenen Selbstkonzepts darstellen könnten. Die Tests 9 und 12 weisen mit 2.90 und 2.86 abgesehen von den bisher ausgeschlossenen Tests die höchsten Werte auf. Da Test 9 hinsichtlich der Item Reliability (.93) und auch hinsichtlich der Item Separation (3.58) höhere Werte als Test 12 (Item Reliability: .91, Item Separation: 3.14) erzielt, wird dieser im folgenden Kapitel als finale Auswahl näher beschrieben.

Test 12 stimmt mit Test 9 in 4 von 8 Items überein (6, 17, 18 und 38) und unterscheidet sich auch bei der Formulierung der restlichen Items nur wenig von Test 9, sodass die ähnlichen Werte für Reliabilität und Separation nicht groß verwundern. Auffällig ist dabei, dass in Test 9 Aussagen mit der Wendung „...meinen, dass ich...“ deutlich häufiger vorkommen als in Test 12. Ob dies tatsächlich einen so großen Einfluss auf die Tests und beispielsweise auf die größere Item Separation hat, kann leider nicht weiter überprüft werden. Abschließend werden die beiden Tests hinsichtlich der gewählten Items in der nachfolgenden Tabelle gegenübergestellt.

Tabelle 6: Test 9 und Test 12 - Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Test 9	Test 12
6 Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	
17 Ich bin gut in Physik	
18 Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich eine Physik-Person bin	
38 Meine Eltern meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse	
19 Meine Freund*innen meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze	
20 Meine Eltern meinen, dass ich Freude an Physik habe	56 Meine Eltern sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
36 Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Physik mag	30 Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Physik mag
44 Ich setze mich gerne mit Physik auseinander	37 Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
	52 Meine Freund*innen meinen, dass ich eine Physik-Person bin

#### 6.4 Fragebogen zum physikbezogenen Selbstkonzept

Mit Test 9 bestehend aus 8 Items, wie er in Tabelle 6 dargestellt ist, konnte ein Fragebogen gefunden werden, der alle notwendigen Kriterien am besten erfüllt. Alle durchgeführten Analysen und Ergebnisse werden in diesem Kapitel im Detail dargestellt.

86 der 95 Rückmeldungen des ursprünglichen Fragebogens werden laut Rasch-Analyse als gültig gewertet, da 5 Personen nur „ich stimme gar nicht zu“ sowie 4 Personen nur „ich stimme ganz zu“ angekreuzt haben.

##### 6.4.1 Eindimensionalität

Aufgrund der ausführlichen Untersuchung der bisherigen Items, ist auch diese Auswahl eindimensional. Alle MNSQ-Werte finden sich im gewünschten Intervall [.6, 1.4] und auch die Point Measure Correlation ist immer größer als .3. Lediglich der Wert der unexplained variance in 1st contrast der PCAR-Analyse ist mit 2.4641 etwas zu groß. Dies kann aber ebenso wie bei Brann et al. (2020) vernachlässigt werden.

##### 6.4.2 Guidelines nach Linacre

Die Richtlinie 1 ist erfüllt, da bei keinem der Items weniger als 10 Antworten gezählt wurden. Anhand von Tabelle 7 kann Richtlinie verifiziert werden, da die gezählten Antworten pro Kategorie (observed counts) zur Mitte hin zu- bzw. abnehmen. Die Richtlinie 3 ist erfüllt, da

die mittleren Messwerte (observed average) monoton abhängig von der Kategorie ansteigen. Da alle Werte von Outfit MNSQ kleiner als 2.0 sind, ist Richtlinie 4 erfüllt. Die monotone Zunahme der Werte des Andrich Threshold bestätigt Richtlinie 5, wobei die Abstände nie kleiner als 1.4 bzw. größer als 4 sind, sodass auch Richtlinie 6 gilt.

*Tabelle 7: Ausschnitt der relevantesten Statistiken der Rasch-Analyse zu den einzelnen Kategorien*

Category	Observed Count	Observed Average	Outfit MNSQ	Andrich Threshold
<b>1 (stimme gar nicht zu)</b>	135 (18%)	-2.75	1.03	NONE
<b>2 (stimme eher nicht zu)</b>	280 (37%)	-1.24	.83	-2.94
<b>3 (stimme eher zu)</b>	233 (31%)	1.04	.81	-.02
<b>4 (stimme ganz zu)</b>	112 (15%)	2.42	1.54	2.96

#### 6.4.3 Wright Map

Die in Abbildung 13 dargestellte Wright Map zeigt Items mit Itemschwierigkeiten von -1.22 bis 1.10. Die Personenfähigkeit weist hingegen eine deutlich größere Spannweite auf, die bei Betrachtung der Wright Map ohne Außerer zwischen Minimum (-4.22) und Maximum (5.11) liegt. In der Wright Map sind Minimum (-6.42) und Maximum (6.43) aller 95 Personen (Extreme und Non-Extreme) dargestellt. Somit stehen auch in diesem Test nur bedingt Items zur Verfügung, die das gesamte Spektrum der Personenfähigkeit abdecken kann. Die Vielzahl an Schüler\*innen, die eine Fähigkeit von etwa -1 logit haben, können mit dem Item „Ich bin gut in Physik“ (17) gut angesprochen werden. Ebenso steht für Schüler\*innen mit einer Personenfähigkeit von etwa 1.6 mit Item 6 ein passendes Item am anderen Ende der Wright Map zur Verfügung.

#### 6.4.4 Reliabilität und Separation

Ausgenommen von der Item Separation (3.58) können in allen Kriterien die notwendigen Richtwerte überschritten werden (Person Reliability: .89, Person Separation: 2.90, Item Reliability: .93).

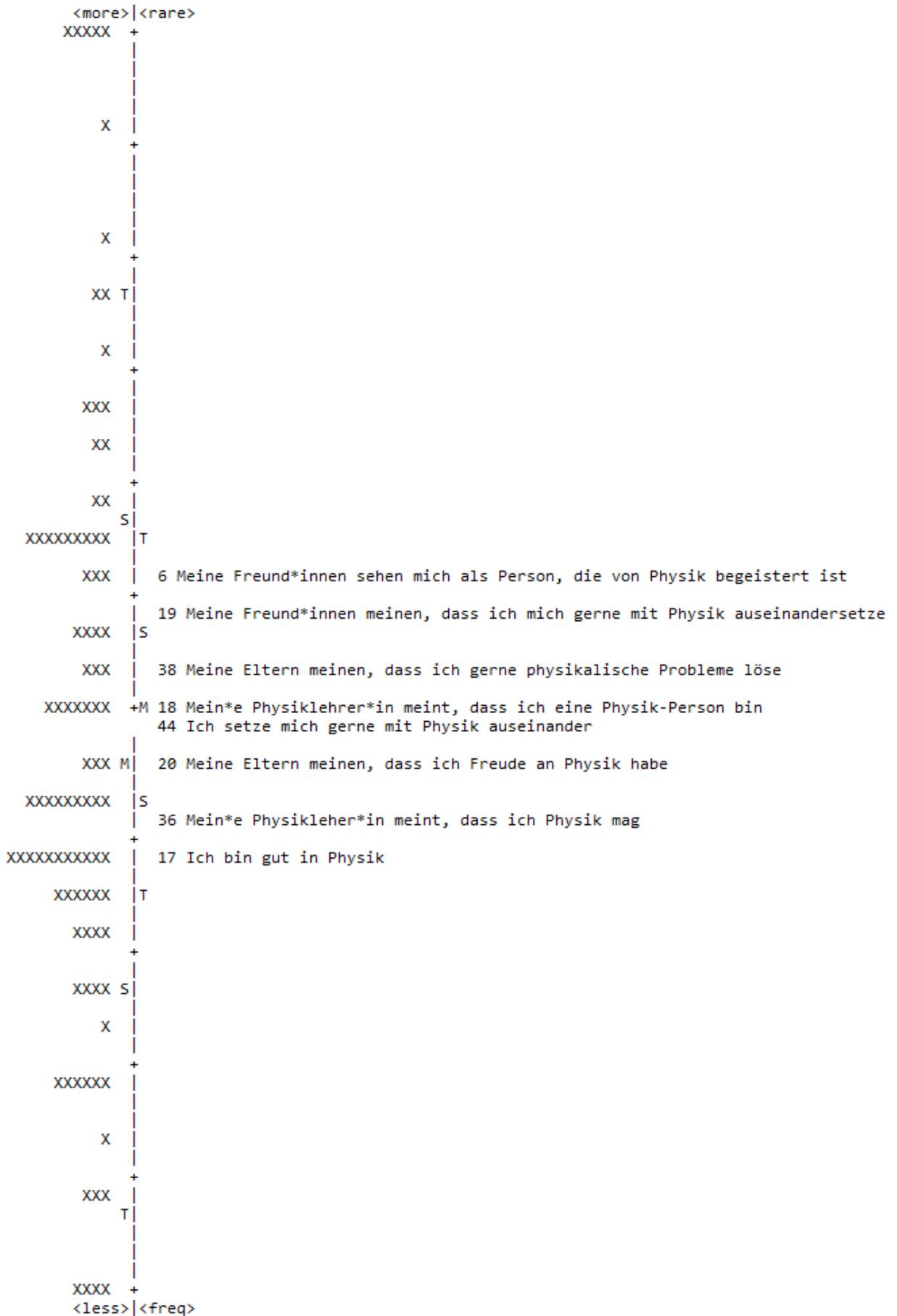


Abbildung 13: Wright Map der finalen Itemauswahl

## 7 Diskussion

### 7.1 Übersetzungsmöglichkeiten

Im Rahmen dieser Masterarbeit konnten die vier grundlegenden englischsprachigen Items in vielerlei Hinsicht übersetzt werden. In diesem Kapitel wird stellvertretend für die verschiedenen Personengruppen (Eltern, Freund\*innen, Physiklehrer\*in) nur die „Ich“-Variante angeführt. Eine Auflistung aller Items findet sich im Anhang. Dabei konnten folgende Itemgruppen ausgemacht werden, die einerseits aus intuitiven Überlegungen stammen:

- Ich sehe mich selbst als Physik-Person
- Ich bin eine Physik-Person
- Ich sehe mich selbst als Person, die Physik mag

Andererseits wurden folgende Varianten entdeckt, die die Intention von Kalender et al. (2019) gut widerspiegeln:

- Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst
- Ich sehe mich selbst als Person, die gut in Physik ist
- Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik hat
- Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist
- Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt

All diese Items führten zu keinen großen Verständnisschwierigkeiten im Zuge der Pilotierung. Auch beim Online-Fragebogen wurden keine Probleme angemerkt. Lediglich die Länge des Fragebogens und die Ähnlichkeit der Items wurde mehrfach thematisiert, sodass deutlich kürzere Fragebögen zum physikbezogenen Selbstkonzept entwickelt wurden (siehe u.a. Kapitel 6.3.6).

Naturgemäß gäbe es noch zahlreiche andere Varianten, die aber erst im Laufe des Forschungsprozesses gefunden werden konnten oder bis zuletzt unentdeckt blieben. Beispielsweise wären ähnlich zur Ergänzung der Formulierung „Ich bin eine Physik-Person“ zum Item „Ich sehe mich selbst als Physik-Person“ beispielsweise folgende Items denkbar gewesen:

- Ich fühle mich als Physik-Person
- Ich bin ein\*e Physiker\*in
- Ich bin ein Physik-Typ

All dies konnte nicht mehr berücksichtigt werden und könnte Anlass für vertiefende Forschungen zum physikbezogenen Selbstkonzept darstellen. Da die im Rahmen dieser Arbeit evaluierten Items nur eine geringe Abweichung vom Mittelwert im Vergleich zur aufgetretenen Personenfähigkeit aufweisen, wären Items gefragt, denen noch leichter bzw. noch schwerer zugestimmt werden kann. Dadurch könnten idealerweise alle Werte der Personenfähigkeiten der SuS angesprochen werden. Items der Gruppe „gut in Physik sein“, die im Laufe der Pilotierung als zu leicht attestiert wurden, bildeten einen wichtigen Anhaltspunkt für schwache Schüler\*innen und sind in fast jedem Test vorhanden. Insbesondere Item 17 (Ich bin gut in Physik) ist aufgrund eines geringen Messwerts oft vertreten und so auch Teil des finalen Tests.

Die Analyse des Begriffs der Physik-Person (siehe Kapitel 6.2.2), wie sie durch die offene Frage im Online-Fragebogen initiiert wurde, könnte Quelle für weitere Items sein, da manche Aussagen besonders häufig genannt werden. Dadurch wären etwa folgende Items bzw. Itemgruppen für den weiteren Diskurs denkbar:

- Ich bin eine Person, die sich gerne mit Physik beschäftigt
- Ich bin eine Person, die Physik gut versteht
- Ich bin eine Person, die sich gut mit Physik auskennt
- Ich bin eine Person, die Spaß an Physik hat
- Ich bin eine Person, die viel mit Physik zu tun hat
- Ich bin eine Person, die Physik liebt

Mögliche Parallelen zwischen „mit Physik beschäftigen“ und der evaluierten Itemgruppe „mit Physik auseinandersetzen“ wären interessant. Ebenso wäre ein Vergleich von „Spaß an Physik haben“ und „Freude an Physik haben“ sowie „Physik lieben“ vs. „Physik mögen“ spannend. Ob sich „Physik gut verstehen“, „sich gut mit Physik auskennen“ ähnlich wie die Items zu „gut in Physik sein“ verhalten, wären auch ein Untersuchungsgegenstand. Möglicherweise lassen sich dadurch passende Items für besonders gute bzw. schwache Schüler\*innen hinsichtlich des physikbezogenen Selbstkonzepts finden.

Negativ gepolte Items wurden aufgrund der englischsprachigen Itemvorlage nicht in Betracht gezogen, könnten aber für zukünftige Forschungsprojekte noch zusätzliche Varianten liefern.

## 7.2 Evaluation der Items

Folgende Gütekriterien lassen sich in der vorliegenden Masterarbeit ausmachen und sind im Großen und Ganzen für alle Items, Skalen und Fragebögen gegeben.

Durch die wiederholte Prüfung, wie sie in Kapitel 5 vorgenommen wurde, ob die entwickelten Items tatsächlich den theoretischen Hintergrund ausreichend darstellen, ist die Inhaltsvalidität gegeben. Ein weiterer Aspekt der Validität, die Konstruktvalidität zeigt sich durch den Vergleich der Struktur in der Wright Map mit Strukturen, die aus bisherigen Forschungsergebnissen bekannt sind. Im Falle der vorliegenden Wright Map in Abbildung 9 zeigt sich eine kompakte Verteilung aller Items um den Mittelwert, sodass auf ein Konstrukt, das physikbezogene Selbstkonzept, geschlossen werden kann.

Aufgrund der in weiten Teilen gegebenen Eindimensionalität der Skalen, lassen sich die untersuchten Auswahlen bzw. Fragebögen als objektive Messinstrumente darstellen, die nur eine latente Messgröße, nämlich das physikbezogene Selbstkonzept beschreiben. Dies ist beispielsweise in den Kapiteln 6.3.1 und 6.4.1 ausgeführt.

Die Reproduzierbarkeit der Messungen und somit die Reliabilität einerseits der Personenfähigkeit und andererseits der Itemschwierigkeit wird im Zuge der Rasch-Analyse durch die Person Reliability bzw. die Item Reliability vorgenommen und ist für alle Fragebögen erfüllt, wie es z.B. in Tabelle 5 zusammengefasst ist.

Die Separation als Maß, wie gut Fähigkeiten von verschiedenen Personen bzw. die Itemschwierigkeit differenziert werden können (Planinic et al., 2020). Für die evaluierten Fragebögen ist die Person Separation stets gegeben, wie in Tabelle 5 dargestellt. Die Item Separation hingegen kann für keinen der gültigen Fragebögen erfüllt werden. Dies lässt sich laut Linacre (2019) auf eine zu geringe Stichprobengröße zurückführen. Daher konnte nicht wie ursprünglich angenommen dies als Entscheidungsgrundlage für den schlussendlich ausgewählten Fragebogen zur Beschreibung des physikbezogenen Selbstkonzepts darstellen. Schließlich waren die Person Separation sowie die Struktur der Tests ausschlaggebend.

## 7.3 Fragebogen zum physikbezogenen Selbstkonzept

Ausgehend von dem umfangreichen Itempool, der schlussendlich 42 Items umfasst, lassen sich unzählige Fragebögen zum physikbezogenen Selbstkonzept konstruieren. Viele davon erfüllen in weiten Teilen die bisher beschriebenen Anforderungen und beschreiben dadurch

in ähnlicher Art und Weise das physikbezogene Selbstkonzept. Leider konnten aufgrund der kurzen Forschungszeit und dem Ziel, die Arbeit möglichst vor Schulbeginn zu vollenden, nicht alle möglichen Kombinationen durchgespielt und analysiert werden. Dadurch ergeben sich für künftige Forschungsprojekte hinsichtlich des physikbezogenen Selbstkonzepts im deutschsprachigen Kontext zahlreiche Anknüpfungspunkte.

Der endgültige Fragebogen, wie er in den Kapiteln 6.3.7 und 6.4 näher beschrieben ist, wurde aufgrund der hohen Person Separation ausgewählt. Der Wert der Item Separation ist mit 3.14 leider unter dem etablierten Richtwert, der etwa von Brann et al. (2020) verwendet wird. Dies lässt sich laut Linacre (2019) auf eine zu geringe Anzahl an Teilnehmer\*innen zurückführen und könnte nur mit einer größeren Stichprobengröße behoben werden.

Auffällig ist, dass nur eines der Items die Formulierung „...sehen mich als Person, die...“ enthält. Sowohl „meinen, dass“ als auch die direkten Aussagen „Ich setze mich gerne mit Physik auseinander“ bzw. „Ich bin gut in Physik“ sind besonders stark vertreten. Das Pendant zum englischsprachigen Original „I see myself as...“ scheint für den Einsatz im deutschsprachigen Raum nur begrenzt angemessen zu sein. Weitere Übersetzungsvarianten, die im Rahmen dieser Forschungsarbeit allerdings unentdeckt blieben, könnten noch bessere Ergebnisse erzielen.

Dieser Fragebogen umfasst mit seinen acht Items alle evaluierten Aspekte einer Physik-Person und adressiert durch die gleichmäßige Aufteilung alle vier Personengruppen gleichermaßen. Im Sinne der zu Beginn formulierten Definition des physikbezogenen Selbstkonzepts konnten Items entwickelt und evaluiert werden, die sowohl das Wissen über persönliche Eigenschaften hinsichtlich der Physik als auch das Wissen über die eigenen Fähigkeiten in der Physik abbilden.

## 8 Conclusio

Vielfältige deutschsprachige Fragebögen stehen ausgehend von dieser Masterarbeit zur Verfügung, die mit adäquaten Items das anfangs definierte physikbezogene Selbstkonzept unabhängig jeglicher Genderaspekte beschreiben könnten. Grundsätzlich können all die evaluierten Tests als Instrumente zur Untersuchung des physikbezogenen Selbstkonzepts eingesetzt werden, da diese alle wesentlichen Gütekriterien in ausreichendem Maß erfüllen. Ausschlaggebend für die Wahl des Test 9 zum finalen Fragebogen war die größte Person Separation sowie die gleichmäßige Verteilung zwischen den Personengruppen (je 2 Items).

Mögliche Aspekte zur Vertiefung betreffen beispielsweise die weitere Itementwicklung, wie sie in Kapitel 7.1 angeführt ist, aber auch die Auswahl weiterer Fragebögen, ausgehend vom vorhandenen Itempool, die noch besser das Konstrukt des physikbezogenen Selbstkonzepts beschreiben könnten.

## 9 Literaturverzeichnis

Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. In: *Organizational behavior and Human Decision Processes*, 50, 248-287.

Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. Springer.

Brann, K. L., Boone, W. J., Splett, J. W., Clemons, C. & Bidwell, S. L. (2021). *Development of the School Mental Health Self-Efficacy Teacher Survey Using Rasch Analysis*. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 39(2), 197–211.

Burke P.J. (2003) Introduction. In: P.J. Burke, T.J. Owens, R.T. Serpe, P.A. Thoits (Hrsg.), *Advances in Identity Theory and Research*. Boston, MA: Springer.

Busker, M. (2014). Entwicklung eines Fragebogens zur Untersuchungen des Fachinteresses. In: D. Krüger, H. Schecker & I. Parchmann, *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (2014 ed., Lehrbuch). Berlin u.a.: Springer.

Carlone, H.B. & Johnson, A. (2007). *Understanding the Science Experiences of Successful Women of Color: Science Identity as an Analytic Lens*. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187–1218.

Filipp, S.-H. (1984). Entwurf eines heuristischen Bezugsrahmens für Selbstkonzept-Forschung: Menschliche Informationsverarbeitung und naive Handlungstheorie. In S.-H. Philipp (Hrsg.), *Selbstkonzept-Forschung: Probleme, Befunde, Perspektiven* (S. 129–170). Stuttgart: Klett-Cotta.

Filipp, S.-H. (2005). Selbst und Selbstkonzept. In H. Weber & T. Rammsayer (Hrsg.), *Handbuch der Persönlichkeitspsychologie und Differentiellen Psychologie* (S. 266–276). Göttingen: Hogrefe.

Frey, A., Taskinen, P. & Schütte, K. (2009). *PISA 2006 Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann Verlag.

Häussler, P. & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht-an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23(2), 107-126.

Häußler, P., Hoffman, L., Langeheine, R., Rost, J. & Sievers, K. (1998). A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20(2), 223-238.

Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M. & Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 978-1003.

Hidi, S. & Baird, W. (1986). Interestingness – neglected variable in discourse processing. *Cognitive Science*, 10, 179-194.

Hidi, S. & Baird, W. (1988). Strategies for increasing text-based interest and students' recall of expository texts. *Reading Research Quarterly*, 23, 465-483.

James, W. & Drummond, R. (1890). *The principles of psychology*. New York: Henry Holt and Company.

Kalender, Y., Marshman, E., Schunn, C., Nokes-Malach, T. & Singh, C. (2019). Why female science, technology, engineering, and mathematics majors do not identify with physics: They do not think others see them that way. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 020148.

Krapp, A. (1992). Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In A. Krapp and M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung*, 9-52. Münster: Aschendorff.

Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning und Instruction*, 12, 383-409.

Langenkamp I. (2018). Selbstkonzeptmodell nach Shavelson et al. (1976). In: *Stärkung des kindlichen Selbstkonzepts. Psychologie in Bildung und Erziehung: Vom Wissen zum Handeln*. Wiesbaden: Springer.

Linacre, J. M. (1999). Investigating rating scale category utility. *Journal of Outcome Measurement*, 3(2), 103-122.

Linacre, J. M. (2019). *Winsteps® Rasch measurement computer program*. Verfügbar unter <https://www.Winsteps.com>

Lock, R. M., Hazari, Z. & Potvin, G. (2012). Physics Career Intentions: The Effect of Physics Identity, Math Identity, and Gender. In *Proceedings of the 2012 Physics Education Research Conference, Philadelphia, PA*. New York: AIP.

Lohaus, A. & Vierhaus, M. (2019) *Entwicklungspsychologie des Kinder- und Jugendalters für Bachelor*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Marsh, H. (1990). The structure of academic self-concept: The Marsh/Shavelson model. *Journal of educational psychology*, 82(4), 623.

Marsh, H.W., Hau, K.-T. & Kong, C.-K. (2002). Multilevel causal ordering of academic self-concept and achievement: Influence of language of instruction (English compared with Chinese) for Hong Kong students. *American Educational Research Journal*, 39, 727-763.

OECD (2009). *PISA 2006 Technical Report*. Paris: OECD Publishing.

OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.

Planinic, M., Boone, W. J., Susac, A. & Ivanjek, L. (2019). Rasch analysis in physics education research: Why measurement matters. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 020111.

Rabe, T. & Krey, O. (2019). *Identitätskonstruktionen von Kindern und Jugendlichen in Bezug auf Physik – Das Identitätskonstrukt als Analyseperspektive für die Physikdidaktik?*. *ZfDN*, 24, 201–216.

Sandmann, A. (2014). Lautes Denken – die Analyse von Denk-, Lern- und Problemlöseprozessen. In: D. Krüger, H. Schecker & I. Parchmann, *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (2014 ed., Lehrbuch). Berlin u.a.: Springer.

Schiemann, Ph. (2014). Validität – Misst mein Test, was er soll? In: D. Krüger, H. Schecker & I. Parchmann, *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (2014 ed., Lehrbuch). Berlin u.a.: Springer.

Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of educational research*, 46(3), 407-441.

Schreiner, C. & Schwantner, U. (2009). PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt. Graz: Leykam.

Todt, E. (1978). *Das Interesse*. Bern: Huber

## 10 Anhang

### 10.1 Fragebogen zu den Think-Aloud-Interviews

#### DENK BITTE LAUT!

Erzähle bitte **alles**, was du denkst, wenn du die Aussagen liest!

Lies zu diesem Zweck **laut**!

Du solltest im Idealfall ohne Unterbrechung, also möglichst **pausenlos** deine Gedanken **sprechen**!

Du solltest deine Gedanken vor dem Sprechen nicht ordnen und nicht versuchen, sie besonders verständlich wiederzugeben. Du solltest mir deine Gedanken auch nicht erklären.

Stelle dir vor, du wärst **ganz allein** und sprichst nur zu dir selbst.

Wichtig ist, dass du **immer redest**!

#### Vorübung:

Lies die folgende Aussage laut vor und erzähle alles, was dir dazu durch den Kopf geht:

Jede Person hat individuelle Stärken und Interessen. Ich singe gerne.

Wie sehr stimmst du mit den folgenden Aussagen überein?	stimme		stimme	
	ganz zu	eher zu	eher nicht zu	gar nicht zu
Ich sehe mich selbst als Person, die Physik mag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Freund*innen meinen, dass ich eine Physik-Person bin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Eltern sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein*e Lehrer*in sieht mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gut in Physik ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich sehe mich selbst als Person, die gut in Physik ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Ich bin eine Physik-Person
- Mein\*e Lehrer\*in sieht mich als Person, die von Physik begeistert ist
- Meine Eltern meinen, dass ich eine Physik-Person bin
- Meine Freund\*innen sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
- Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist
- Meine Freund\*innen sehen mich als Person, die Physik mag
- Mein\*e Lehrer\*in sieht mich als Person, die gut in Physik ist

*Ende der 1. Seite*

- Mein\*e Lehrer\*in sieht mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
- Meine Eltern sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
- Meine Eltern sehen mich als Physik-Person
- Ich sehe mich selbst als Physik-Person
- Meine Freund\*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
- Mein\*e Lehrer\*in meint, dass ich eine Physik-Person bin
- Meine Eltern sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
- Meine Freund\*innen sehen mich als Physik-Person
- Meine Freund\*innen sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst

Meine Eltern sehen mich als Person, die Physik mag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Freund*innen sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein*e Lehrer*in sieht mich als Person, die Freude an Physik hat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik hat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein*e Lehrer*in sieht mich als Physik-Person	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Eltern sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mein*e Lehrer*in sieht mich als Person, die Physik mag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Bonus-Frage: Welche Formulierung der Aussage findest du am besten?**

Meine Eltern <b>sehen mich als</b> Person, die gut in Physik ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Eltern <b>meinen, dass ich</b> gut in Physik bin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Eltern <b>halten mich</b> in Physik <b>für</b> gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 10.2 Online-Fragebogen

### 10.2.1 Itemübersicht

Folgende Items wurden schließlich im Online-Fragebogen eingebunden:

Ich sehe mich selbst als Person, die Physik mag
Meine Eltern sehen mich als Person, die Physik mag
Meine Freund*innen sehen mich als Person, die Physik mag
Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Physik mag
Ich mag Physik
Meine Eltern meinen, dass ich Physik mag
Meine Freund*innen meinen, dass ich Physik mag
Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Physik mag
Ich sehe mich selbst als Physik-Person
Meine Eltern sehen mich als Physik-Person
Meine Freund*innen sehen mich als Physik-Person
Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Physik-Person
Ich bin eine Physik-Person
Meine Eltern meinen, dass ich eine Physik-Person bin
Meine Freund*innen meinen, dass ich eine Physik-Person bin
Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich eine Physik-Person bin
Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst
Meine Eltern sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
Ich löse gerne physikalische Probleme
Meine Eltern meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
Meine Freund*innen meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gerne physikalische Probleme löse
Ich sehe mich selbst als Person, die gut in Physik ist
Meine Eltern sehen mich als Person, die gut in Physik ist
Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gut in Physik ist
Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die gut in Physik ist
Ich bin gut in Physik
Meine Eltern meinen, dass ich gut in Physik bin
Meine Freund*innen meinen, dass ich gut in Physik bin
Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gut in Physik bin
Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik hat
Meine Eltern sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
Meine Freund*innen sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Freude an Physik hat
Ich habe Freude an Physik
Meine Eltern meinen, dass ich Freude an Physik habe
Meine Freund*innen meinen, dass ich Freude an Physik habe

Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Freude an Physik habe
Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist
Meine Eltern sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die von Physik begeistert ist
Ich bin von Physik begeistert
Meine Eltern meinen, dass ich von Physik begeistert bin
Meine Freund*innen meinen, dass ich von Physik begeistert bin
Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich von Physik begeistert bin
Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
Meine Eltern sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
Meine Freund*innen sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
Ich setze mich gerne mit Physik auseinander
Meine Eltern meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
Meine Freund*innen meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze

### 10.2.2 kompletter Fragebogen

In diesem Kapitel wird der komplette Online-Fragebogen mit allen durchgemischten Items dargestellt. Jeder Abschnitt zu Aussagen zum physikbezogenen Selbstkonzept sowie zur Physik-Person beginnen im Online-Fragebogen auf einer neuen Seite. Bis auf die offene Frage Nr. 12 als Platz für Anmerkungen sind alle Fragen als Pflichtfelder gestaltet, sodass der Fragebogen nur nach der Bearbeitung aller Aussagen und der Angabe aller demographischen Daten abgeschickt werden kann. Die Nummerierung war für die Teilnehmer\*innen nicht sichtbar und erfolgte im Nachhinein, um die Darstellung der Rasch-Analyse in Kapitel 6.3 möglichst übersichtlich darzustellen.

## Physikbezogenes Selbstkonzept

Liebe Schülerin! Lieber Schüler!

Im Rahmen meiner Masterarbeit an der Universität Wien beschäftige ich mich mit dem sogenannten "physikbezogenen Selbstkonzept". Nun ist dein Einsatz gefragt!

Jede\*r erlebt Physik, zum Beispiel im Schulunterricht, auf eine andere Art und Weise. Ebenso haben deine Eltern, Freund\*innen oder Lehrer\*innen vermutlich auch eine ganz spezielle Vorstellung von dir im Zusammenhang mit Physik.

Überlege dir, welche der folgenden Aussagen auf dich am besten zutreffen!

Vielen Dank für deine Teilnahme!

### Aussagen zum physikbezogenen Selbstkonzept

1. Wie sehr stimmst du mit folgenden Aussagen überein?

1	Ich sehe mich selbst als Person, die Physik mag
2	Meine Eltern sehen mich als Physik-Person
3	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
4	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gut in Physik bin
5	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Freude an Physik hat
6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
7	Meine Eltern meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
8	Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist
9	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Physik-Person
10	Ich löse gerne physikalische Probleme
11	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
12	Ich mag Physik
13	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die gut in Physik ist
14	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt

2. Wie sehr stimmst du mit folgenden Aussagen überein?

15	Meine Eltern meinen, dass ich Physik mag
16	Meine Freund*innen meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
17	Ich bin gut in Physik
18	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich eine Physik-Person bin
19	Meine Freund*innen meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
20	Meine Eltern meinen, dass ich Freude an Physik habe
21	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich von Physik begeistert bin
22	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gut in Physik ist
23	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gerne physikalische Probleme löse
24	Meine Freund*innen meinen, dass ich Freude an Physik habe
25	Meine Eltern sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
26	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die Physik mag
27	Ich sehe mich selbst als Physik-Person
28	Meine Eltern sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist

3. Wie sehr stimmst du mit folgenden Aussagen überein?

29	Meine Freund*innen sehen mich als Physik-Person
30	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Physik mag
31	Ich sehe mich selbst als Person, die gut in Physik ist
32	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
33	Ich bin von Physik begeistert
34	Meine Eltern sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
35	Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik hat
36	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Physik mag
37	Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
38	Meine Eltern meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
39	Meine Freund*innen meinen, dass ich gut in Physik bin
40	Ich bin eine Physik-Person
41	Meine Freund*innen meinen, dass ich von Physik begeistert bin
42	Ich habe Freude an Physik

4. Wie sehr stimmst du mit folgenden Aussagen überein?

43	Meine Eltern sehen mich als Person, die Physik mag
44	Ich setze mich gerne mit Physik auseinander
45	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Freude an Physik habe
46	Meine Eltern sehen mich als Person, die gut in Physik ist
47	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die von Physik begeistert ist
48	Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst
49	Meine Eltern meinen, dass ich eine Physik-Person bin
50	Meine Eltern meinen, dass ich von Physik begeistert bin
51	Meine Freund*innen meinen, dass ich Physik mag
52	Meine Freund*innen meinen, dass ich eine Physik-Person bin
53	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
54	Meine Eltern meinen, dass ich gut in Physik bin
55	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
56	Meine Eltern sehen mich als Person, die Freude an Physik hat

**Physik-Person**

5. Was bedeutet für dich der Begriff „Physik-Person“? (offene Frage)

**Demographische Daten**

6. Geschlecht

- männlich
- weiblich
- divers

7. Wie alt bist du?

- 10 Jahre
- 11 Jahre
- 12 Jahre
- 13 Jahre
- 14 Jahre
- 15 Jahre
- 16 Jahre
- 17 Jahre
- 18 Jahre
- 19 Jahre
- Anderes Alter

8. Welche Sprache spricht ihr zu Hause am meisten?

- Deutsch
- andere Sprache
- beide gleich viel

9. In welcher Klasse bist du in diesem Schuljahr?

- 2. Klasse
- 3. Klasse
- 4. Klasse
- 5. Klasse
- 6. Klasse
- 7. Klasse
- 8. Klasse
- Andere Klasse

10. Welchen Schultyp besuchst du in diesem Schuljahr?

- Mittelschule
- AHS
- Anderer Schultyp

11. Datenschutz

- Ich stimme zu, dass meine Daten anonym erhoben und nur zu Forschungszwecken im Rahmen dieser Masterarbeit verwendet werden.

12. Deine Meinung ist gefragt! Hier ist Platz für Kommentare/Anregungen/Wünsche!  
(offene Frage)

### 10.3 Tests im Wortlaut

Im folgenden Abschnitt sind die in Tabelle 5 aufgelisteten Items mit dem verwendeten Item-Wortlaut angeführt.

Test 1		Test 2		Test 3	
6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	17	Ich bin gut in Physik	8	Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist
17	Ich bin gut in Physik	21	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich von Physik begeistert bin	19	Meine Freund*innen meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
30	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Physik mag	25	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die Physik mag	39	Meine Freund*innen meinen, dass ich gut in Physik bin
35	Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik hat	26	Meine Eltern sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt	45	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Freude an Physik habe
49	Meine Eltern meinen, dass ich eine Physik-Person bin	40	Ich bin eine Physik-Person	49	Meine Eltern meinen, dass ich eine Physik-Person bin

<b>Test 4</b>		<b>Test 5</b>	
1	Ich sehe mich selbst als Person, die Physik mag	2	Meine Eltern sehen mich als Physik-Person
7	Meine Eltern meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze	11	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
18	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich eine Physik-Person bin	17	Ich bin gut in Physik
22	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gut in Physik ist	19	Meine Freund*innen meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
35	Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik hat	23	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gerne physikalische Probleme löse
40	Ich bin eine Physik-Person	36	Meine Physiklehrer*in meint, dass ich Physik mag
41	Meine Freund*innen meinen, dass ich von Physik begeistert bin	37	Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
47	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die von Physik begeistert ist	48	Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst
48	Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst	50	Meine Eltern meinen, dass ich von Physik begeistert bin
51	Meine Freund*innen meinen, dass ich Physik mag		

<b>Test 6</b>	
2	Meine Eltern sehen mich als Physik-Person
18	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich eine Physik-Person bin
40	Ich bin eine Physik-Person
52	Meine Freund*innen meinen, dass ich eine Physik-Person bin

Test 7		Test 8		Test 9	
2	Meine Eltern sehen mich als Physik-Person	6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	7	Meine Eltern meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze	17	Ich bin gut in Physik
8	Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist	15	Meine Eltern meinen, dass ich Physik mag	18	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich eine Physik-Person bin
17	Ich bin gut in Physik	17	Ich bin gut in Physik	19	Meine Freund*innen meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
24	Meine Freund*innen meinen, dass ich Freude an Physik habe	40	Ich bin eine Physik-Person	20	Meine Eltern meinen, dass ich Freude an Physik habe
25	Meine Eltern sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt	47	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die von Physik begeistert ist	36	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Physik mag
32	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt	48	Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst	38	Meine Eltern meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
45	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Freude an Physik habe	53	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst	44	Ich setze mich gerne mit Physik auseinander

Test 10		Test 11		Test 12	
6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	2	Meine Eltern sehen mich als Physik-Person	6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
14	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt	6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	17	Ich bin gut in Physik
17	Ich bin gut in Physik	17	Ich bin gut in Physik	18	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich eine Physik-Person bin
23	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gerne physikalische Probleme löse	20	Meine Eltern meinen, dass ich Freude an Physik habe	30	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Physik mag
28	Meine Eltern sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	24	Meine Freund*innen meinen, dass ich Freude an Physik habe	37	Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
33	Ich bin von Physik begeistert	36	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Physik mag	38	Meine Eltern meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
43	Meine Eltern sehen mich als Person, die Physik mag	48	Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst	52	Meine Freund*innen meinen, dass ich eine Physik-Person bin
55	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze	55	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze	56	Meine Eltern sehen mich als Person, die Freude an Physik hat

Test 13		Test14	
6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist	6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
7	Meine Eltern meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze	17	Ich bin gut in Physik
8	Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist	30	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Physik mag
17	Ich bin gut in Physik	32	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
19	Meine Freund*innen meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze	38	Meine Eltern meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
33	Ich bin von Physik begeistert	56	Meine Eltern sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
43	Meine Eltern sehen mich als Person, die Physik mag		
47	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die von Physik begeistert ist		
48	Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst		
55	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze		

## 10.4 Rohdaten Winsteps – Fragebogen mit allen entwickelten Items

### 10.4.1 Zusammenfassung zu Items und Personen

#### SUMMARY OF 91 MEASURED (NON-EXTREME) PERSON

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	136.7	56.0	-.11	.26	1.02	-.90	1.04	-.87
SEM	4.0	.0	.23	.01	.08	.42	.09	.42
P.SD	37.6	.0	2.18	.13	.78	3.97	.83	3.97
S.SD	37.8	.0	2.19	.13	.79	3.99	.83	3.99
MAX.	223.0	56.0	6.79	1.01	3.23	7.80	4.36	7.89
MIN.	59.0	56.0	-5.64	.22	.11	-8.44	.11	-8.44
REAL RMSE	.33	TRUE SD	2.16	SEPARATION	6.63	PERSON RELIABILITY	.98	
MODEL RMSE	.29	TRUE SD	2.16	SEPARATION	7.52	PERSON RELIABILITY	.98	
S.E. OF PERSON MEAN = .23								

MAXIMUM EXTREME SCORE: 2 PERSON 2.1%  
 MINIMUM EXTREME SCORE: 2 PERSON 2.1%

#### SUMMARY OF 95 MEASURED (EXTREME AND NON-EXTREME) PERSON

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	136.9	56.0	-.11	.32				
SEM	4.2	.0	.28	.03				
P.SD	40.7	.0	2.69	.34				
S.SD	40.9	.0	2.71	.34				
MAX.	224.0	56.0	8.01	1.83				
MIN.	56.0	56.0	-8.00	.22				
REAL RMSE	.49	TRUE SD	2.65	SEPARATION	5.39	PERSON RELIABILITY	.97	
MODEL RMSE	.47	TRUE SD	2.65	SEPARATION	5.66	PERSON RELIABILITY	.97	
S.E. OF PERSON MEAN = .28								

PERSON RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .96  
 CRONBACH ALPHA (KR-20) PERSON RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .99 SEM = 4.25  
 STANDARDIZED (50 ITEM) RELIABILITY = .97

#### SUMMARY OF 56 MEASURED (NON-EXTREME) ITEM

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	232.2	95.0	.00	.18	.99	-.10	1.04	.04
SEM	2.2	.0	.07	.00	.03	.17	.06	.22
P.SD	16.6	.0	.55	.00	.19	1.29	.42	1.63
S.SD	16.7	.0	.56	.00	.19	1.30	.43	1.64
MAX.	268.0	95.0	1.19	.19	1.39	2.42	3.52	8.15
MIN.	197.0	95.0	-1.19	.18	.55	-3.57	.52	-2.97
REAL RMSE	.19	TRUE SD	.52	SEPARATION	2.75	ITEM RELIABILITY	.88	
MODEL RMSE	.18	TRUE SD	.52	SEPARATION	2.85	ITEM RELIABILITY	.89	
S.E. OF ITEM MEAN = .07								

ITEM RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = -1.00  
 Global statistics: please see Table 44.  
 UMEAN=.0000 USCALE=1.0000

### 10.4.2 Auswertung nach Kategorien

SUMMARY OF CATEGORY STRUCTURE. Model="R"

CATEGORY LABEL	OBSERVED SCORE	OBSVD COUNT	SAMPLE %	INFINIT AVRG	OUTFIT EXPECT	INFINIT MNSQ	OUTFIT MNSQ	ANDRICH THRESHOLD	CATEGORY MEASURE
1	1	898	17	-2.71	-2.70	1.06	1.06	NONE	( -3.78)
2	2	1934	36	-.96	-.88	.80	.78	-2.63	-1.34
3	3	1716	32	.80	.62	.82	.89	-.02	1.33
4	4	772	15	3.12	3.33	1.39	1.60	2.64	( 3.79)

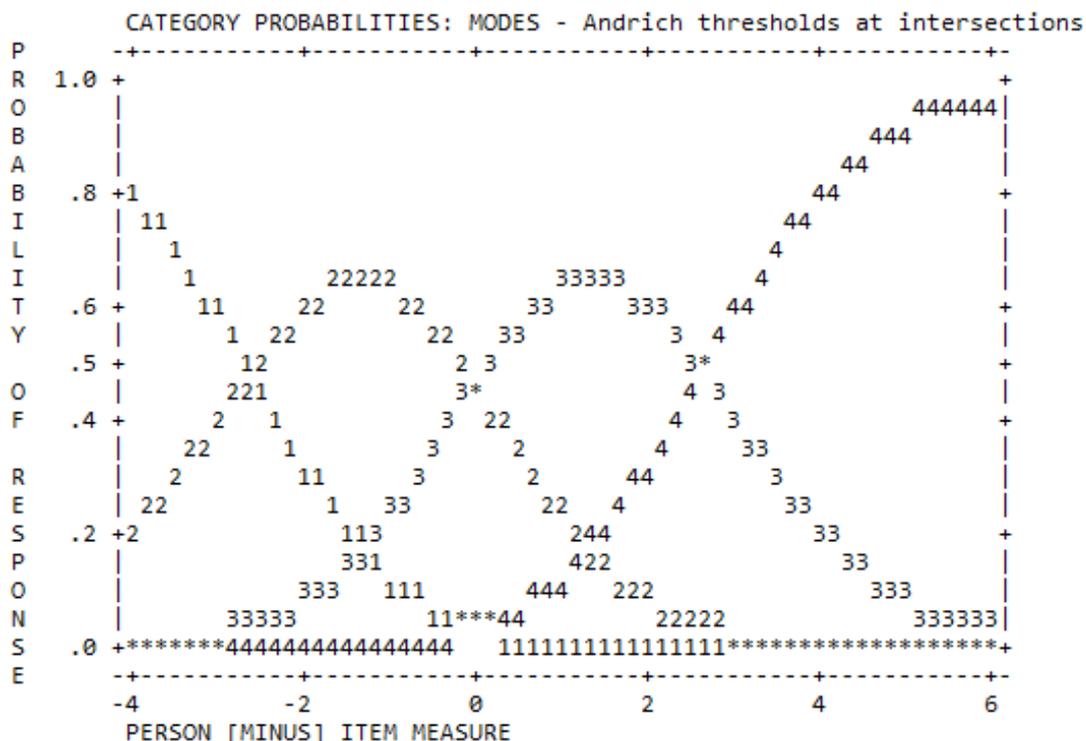
OBSERVED AVERAGE is mean of measures in category. It is not a parameter estimate.

CATEGORY LABEL	STRUCTURE MEASURE	SCORE-TO-MEASURE S.E.	SCORE-TO-MEASURE AT CAT.	50% CUM. PROBABILITY	COHERENCE M->C	COHERENCE C->M	RMSR	ESTIM DISCR
1	NONE		( -3.78) -INF	-2.80		78%	49%	.7566
2	-2.63	.05	-1.34 -2.80	-.01	-2.69	64%	77%	.4248
3	-.02	.04	1.33 -.01	2.81	-.01	65%	72%	.4736
4	2.64	.06	( 3.79) 2.81	+INF	2.71	80%	50%	.8505

M->C = Does Measure imply Category?

C->M = Does Category imply Measure?

Category Matrix : Confusion Matrix : Matching Matrix					
Predicted Scored-Category Frequency					
Obs Cat Freq	1	2	3	4	Total
1	502.44	314.95	75.41	5.19	898.00
2	330.37	1028.76	528.40	46.47	1934.00
3	56.51	509.65	885.23	264.61	1716.00
4	9.95	78.98	225.74	457.32	772.00
Total	899.27	1932.35	1714.79	773.59	5320.00

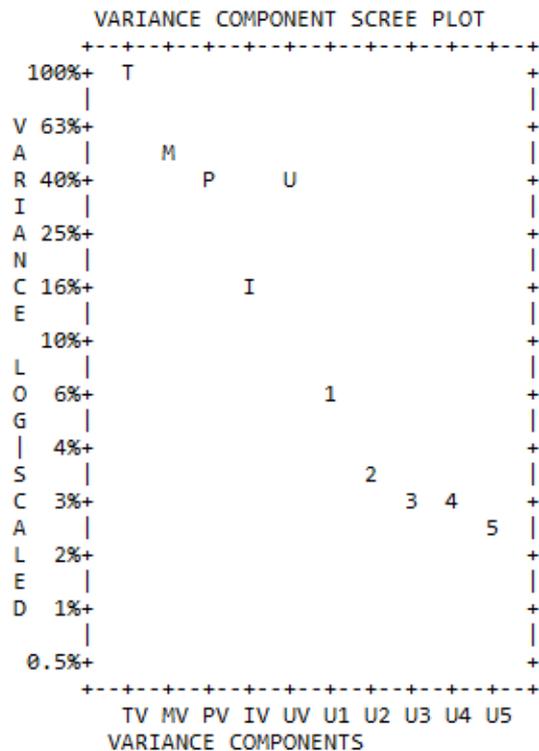


### 10.4.3 Ausschnitt aus der Tabelle PCAR

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance in Eigenvalue units = ITEM information units

	Eigenvalue	Observed	Expected
Total raw variance in observations =	139.8414	100.0%	100.0%
Raw variance explained by measures =	83.8414	60.0%	59.6%
Raw variance explained by persons =	58.6669	42.0%	41.7%
Raw Variance explained by items =	25.1745	18.0%	17.9%
Raw unexplained variance (total) =	56.0000	40.0%	40.4%
Unexplned variance in 1st contrast =	9.9769	7.1%	17.8%
Unexplned variance in 2nd contrast =	4.7085	3.4%	8.4%
Unexplned variance in 3rd contrast =	3.7233	2.7%	6.6%
Unexplned variance in 4th contrast =	3.6330	2.6%	6.5%
Unexplned variance in 5th contrast =	2.8600	2.0%	5.1%

#### STANDARDIZED RESIDUAL VARIANCE SCREE PLOT



Approximate relationships between the PERSON measures

PCA Contrast	ITEM Clusters	Pearson Correlation	Disattenuated Correlation	Pearson+Extr Correlation	Disattenuated+Extr Correlation	Cluster Sizes
1	1 - 3	0.7254	0.7707	0.7913	0.8442	19 16
1	1 - 2	0.7736	0.8127	0.8362	0.8843	19 21
1	2 - 3	0.9200	0.9702	0.9375	0.9943	21 16
2	1 - 3	0.8299	0.8844	0.8718	0.9326	16 15
2	1 - 2	0.8807	0.9245	0.9141	0.9661	16 25
2	2 - 3	0.9407	0.9988	0.9524	1.0000	25 15
3	1 - 3	0.8709	0.9314	0.9019	0.9674	14 19
3	1 - 2	0.9319	0.9885	0.9458	1.0000	14 23
3	2 - 3	0.9295	0.9771	0.9508	1.0000	23 19
4	1 - 3	0.8252	0.8935	0.8617	0.9356	7 22
4	1 - 2	0.8911	0.9634	0.9078	0.9844	7 27
4	2 - 3	0.9228	0.9644	0.9452	0.9948	27 22
5	1 - 3	0.8603	0.9413	0.8935	0.9775	8 17
5	1 - 2	0.9006	0.9679	0.9235	0.9959	8 31
5	2 - 3	0.8934	0.9356	0.9247	0.9753	31 17

TABLE 23.1 Physikbezogenenes Selbstkonzept(1-95) ZOU758WS.TXTi Jul 15 2021 16:40  
 INPUT: 95 PERSON 56 ITEM REPORTED: 95 PERSON 56 ITEM 4 CATS WINSTEPS 5.0.0.0

10.4.4 Tabellen zu Item Measure

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	TOTAL MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PTMEASUR-CORR.	AL-EXP.	EXACT OBS%	MATCH EXP%	ITEM
3	197	95	1.19	.19	1.22	1.44	1.29	1.45	.73	.77	67.0	62.2	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
16	199	95	1.12	.19	.95	-.33	1.00	.08	.77	.77	62.6	62.2	Meine Freund*innen meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
6	201	95	1.05	.19	.95	-.32	.99	.03	.78	.77	68.1	62.0	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
19	209	95	.77	.18	.78	-1.61	.73	-1.51	.81	.77	75.8	62.2	Meine Freund*innen meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
27	210	95	.74	.18	.90	-.65	1.15	.85	.78	.77	58.2	62.1	Ich sehe mich selbst als Physik-Person
2	212	95	.67	.18	1.10	.69	1.10	.56	.75	.77	61.5	62.3	Meine Eltern sehen mich als Physik-Person
14	214	95	.60	.18	.93	-.43	1.30	1.53	.77	.77	67.0	62.4	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
41	215	95	.57	.18	.70	-2.19	.70	-1.75	.81	.77	69.2	62.5	Meine Freund*innen meinen, dass ich von Physik begeistert bin
34	216	95	.54	.18	.94	-.35	.87	-.69	.77	.77	75.8	62.5	Meine Eltern sehen mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
40	216	95	.54	.18	.92	-.54	.84	-.84	.79	.77	59.3	62.5	Ich bin eine Physik-Person
11	218	95	.47	.18	.88	-.80	.83	-.89	.80	.77	67.0	62.6	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
7	220	95	.40	.18	1.15	-.99	1.10	.58	.75	.77	61.5	62.7	Meine Eltern meinen, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
28	220	95	.40	.18	.88	-.77	.84	-.85	.79	.77	64.8	62.7	Meine Eltern sehen mich als Person, die von Physik begeistert ist
38	220	95	.40	.18	.97	-.15	.92	-.39	.77	.77	67.0	62.7	Meine Eltern meinen, dass ich gerne physikalische Probleme löse
50	220	95	.40	.18	.72	-2.05	.67	-1.92	.82	.77	73.6	62.7	Meine Eltern meinen, dass ich von Physik begeistert bin
52	220	95	.40	.18	1.06	.42	.97	-.12	.76	.77	67.0	62.7	Meine Freund*innen meinen, dass ich eine Physik-Person bin
25	221	95	.37	.18	.86	-.92	.83	-.89	.79	.77	69.2	62.8	Meine Eltern sehen mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
49	223	95	.30	.18	.55	-3.57	.52	-2.97	.84	.77	76.9	62.8	Meine Eltern meinen, dass ich eine Physik-Person bin
51	223	95	.30	.18	.72	-2.05	.68	-1.80	.81	.77	70.3	62.8	Meine Freund*innen meinen, dass ich Physik mag
26	224	95	.27	.18	.80	-1.36	.83	-.87	.80	.77	65.9	62.7	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die Physik mag
10	225	95	.24	.18	1.38	2.31	2.06	4.28	.70	.76	50.5	62.7	Ich löse gerne physikalische Probleme
29	225	95	.24	.18	1.23	1.49	3.52	8.15	.71	.76	67.0	62.7	Meine Freund*innen sehen mich als Physik-Person
24	227	95	.17	.18	1.33	2.09	1.23	1.15	.74	.76	60.4	62.9	Meine Freund*innen meinen, dass ich Freude an Physik habe
48	227	95	.17	.18	.80	-1.40	.73	-1.43	.80	.76	72.5	62.9	Ich sehe mich selbst als Person, die gerne physikalische Probleme löst
23	228	95	.14	.18	1.04	.31	.98	-.04	.75	.76	68.1	62.9	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gerne physikalische Probleme löse
44	229	95	.10	.18	.84	-1.12	.77	-1.20	.80	.76	73.6	62.9	Ich setze mich gerne mit Physik auseinander
56	229	95	.10	.18	.79	-1.46	.74	-1.41	.80	.76	73.6	62.9	Meine Eltern sehen mich als Person, die Freude an Physik hat
37	230	95	.07	.18	.77	-1.66	.72	-1.48	.80	.76	73.6	62.9	Ich sehe mich selbst als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
18	231	95	.04	.18	.95	-.28	1.10	.53	.76	.76	63.7	62.9	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich eine Physik-Person bin
8	232	95	.00	.18	1.09	.63	1.07	.38	.76	.76	67.0	62.8	Ich sehe mich selbst als Person, die von Physik begeistert ist
35	233	95	-.03	.18	.61	-3.00	.58	-2.41	.83	.76	78.0	62.9	Ich sehe mich selbst als Person, die Freude an Physik hat
15	235	95	-.10	.18	1.15	1.03	1.07	.42	.75	.76	67.0	63.0	Meine Eltern meinen, dass ich Physik mag
53	236	95	-.13	.18	1.23	1.48	1.17	.84	.71	.76	64.8	62.9	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die gerne physikalische Probleme löst
20	238	95	-.19	.18	1.04	.33	.98	-.02	.77	.76	60.4	62.9	Meine Eltern meinen, dass ich Freude an Physik habe
43	238	95	-.19	.18	.91	-.60	.85	-.70	.79	.76	68.1	62.9	Meine Eltern sehen mich als Person, die Physik mag
9	239	95	-.23	.18	1.34	2.13	1.32	1.45	.68	.76	63.7	62.8	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Physik-Person
42	239	95	-.23	.18	.97	-.15	.91	-.39	.79	.76	67.0	62.8	Ich habe Freude an Physik
32	240	95	-.26	.18	1.02	.17	.98	-.04	.75	.76	71.4	62.9	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die sich gerne mit Physik auseinandersetzt
33	240	95	-.26	.18	1.01	.15	.99	.01	.76	.76	65.9	62.9	Ich bin von Physik begeistert
21	242	95	-.33	.18	.99	-.05	.93	-.27	.76	.76	70.3	62.7	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich von Physik begeistert bin
46	242	95	-.33	.18	1.10	.72	1.03	.23	.74	.76	68.1	62.7	Meine Eltern sehen mich als Person, die gut in Physik ist
30	243	95	-.36	.18	.84	-1.06	.81	-.86	.78	.76	71.4	62.6	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Physik mag
55	243	95	-.36	.18	.99	-.04	.93	-.24	.76	.76	73.6	62.6	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich mich gerne mit Physik auseinandersetze
1	246	95	-.46	.18	.92	-.48	.88	-.47	.76	.76	63.7	62.3	Ich sehe mich selbst als Person, die Physik mag
54	247	95	-.49	.18	1.09	.63	1.10	.50	.73	.76	69.2	62.2	Meine Eltern meinen, dass ich gut in Physik bin
39	248	95	-.52	.18	1.27	1.72	1.20	.89	.72	.76	60.4	62.1	Meine Freund*innen meinen, dass ich gut in Physik bin
31	250	95	-.59	.18	.94	-.35	1.09	.47	.75	.75	72.5	61.8	Ich sehe mich selbst als Person, die gut in Physik ist
36	251	95	-.62	.18	1.01	.11	.96	-.12	.75	.75	69.2	61.7	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Physik mag
47	251	95	-.62	.18	.96	-.20	.92	-.26	.76	.75	71.4	61.7	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die von Physik begeistert ist
45	253	95	-.69	.18	.90	-.64	.85	-.60	.77	.75	78.0	61.3	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich Freude an Physik habe
22	254	95	-.72	.18	1.39	2.42	1.74	2.59	.68	.75	58.2	61.1	Meine Freund*innen sehen mich als Person, die gut in Physik ist
12	258	95	-.85	.18	.95	-.31	.89	-.37	.76	.75	62.6	60.5	Ich mag Physik
5	259	95	-.89	.18	1.21	1.43	1.46	1.66	.68	.75	54.9	60.4	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die Freude an Physik hat
17	263	95	-1.02	.18	1.11	.81	1.09	.40	.72	.75	64.8	60.3	Ich bin gut in Physik
13	265	95	-1.09	.18	1.00	.05	.97	-.04	.73	.74	63.7	60.3	Mein*e Physiklehrer*in sieht mich als Person, die gut in Physik ist
4	268	95	-1.19	.18	1.27	1.79	1.22	.81	.68	.74	65.9	60.3	Mein*e Physiklehrer*in meint, dass ich gut in Physik bin
MEAN	232.2	95.0	.00	.18	.99	-.1	1.04	.0			67.2	62.3	
P.SD	16.6	.0	.55	.00	.19	1.3	.42	1.6			5.7	.7	

## 10.5 Rohdaten Winsteps - Fragebogen zum physikbezogenen Selbstkonzept (Test 9)

### 10.5.1 Zusammenfassung zu Items und Personen

#### SUMMARY OF 86 MEASURED (NON-EXTREME) PERSON

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	19.2	8.0	-.31	.64	.99	-.34	1.00	-.33
SEM	.5	.0	.21	.01	.10	.19	.10	.19
P.SD	5.0	.0	1.98	.07	.88	1.71	.88	1.72
S.SD	5.0	.0	1.99	.07	.88	1.72	.89	1.73
MAX.	31.0	8.0	5.11	1.08	3.82	3.59	3.80	3.56
MIN.	10.0	8.0	-4.22	.61	.17	-2.57	.16	-2.59
REAL RMSE	.74	TRUE SD	1.84	SEPARATION	2.47	PERSON RELIABILITY		.86
MODEL RMSE	.65	TRUE SD	1.87	SEPARATION	2.90	PERSON RELIABILITY		.89
S.E. OF PERSON MEAN = .21								

MAXIMUM EXTREME SCORE: 5 PERSON 5.3%  
 MINIMUM EXTREME SCORE: 4 PERSON 4.2%  
 LACKING RESPONSES: 1 PERSON

#### SUMMARY OF 95 MEASURED (EXTREME AND NON-EXTREME) PERSON

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	19.4	8.0	-.21	.76				
SEM	.6	.0	.28	.04				
P.SD	6.0	.0	2.74	.36				
S.SD	6.1	.0	2.75	.37				
MAX.	32.0	8.0	6.43	1.87				
MIN.	8.0	8.0	-6.42	.61				
REAL RMSE	.91	TRUE SD	2.58	SEPARATION	2.83	PERSON RELIABILITY		.89
MODEL RMSE	.84	TRUE SD	2.61	SEPARATION	3.10	PERSON RELIABILITY		.91
S.E. OF PERSON MEAN = .28								

PERSON RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .99 (approximate due to missing data)  
 CRONBACH ALPHA (KR-20) PERSON RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .93 SEM = 1.61  
 (approximate due to missing data)  
 STANDARDIZED (50 ITEM) RELIABILITY = .98

#### SUMMARY OF 8 MEASURED (NON-EXTREME) ITEM

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	230.2	95.0	.00	.19	.98	-.14	1.00	-.06
SEM	7.3	.0	.27	.00	.07	.49	.08	.53
P.SD	19.3	.0	.72	.00	.18	1.29	.21	1.39
S.SD	20.6	.0	.77	.00	.20	1.38	.23	1.49
MAX.	263.0	95.0	1.10	.20	1.28	1.81	1.38	2.17
MIN.	201.0	95.0	-1.22	.19	.66	-2.55	.64	-2.65
REAL RMSE	.20	TRUE SD	.69	SEPARATION	3.45	ITEM RELIABILITY	.92	
MODEL RMSE	.19	TRUE SD	.69	SEPARATION	3.58	ITEM RELIABILITY	.93	
S.E. OF ITEM MEAN = .27								

ITEM RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = -1.00 (approximate due to missing data)  
 Global statistics: please see Table 44.  
 UMEAN=.0000 USCALE=1.0000

## 10.5.2 Auswertung nach Kategorien

UMMARY OF CATEGORY STRUCTURE. Model="R"

CATEGORY LABEL	OBSERVED SCORE	OBSVD COUNT	SAMPLE %	INFINIT AVRGE	OUTFIT EXPECT	INFINIT MNSQ	OUTFIT MNSQ	ANDRICH THRESHOLD	CATEGORY MEASURE
1	1	135	18	-2.75	-2.78	1.05	1.03	NONE	( -4.08)
2	2	280	37	-1.24	-1.10	.81	.83	-2.94	-1.49
3	3	233	31	1.04	.75	.73	.81	-.02	1.48
4	4	112	15	2.42	2.86	1.56	1.54	2.96	( 4.10)

BERVED AVERAGE is mean of measures in category. It is not a parameter estimate.

CATEGORY LABEL	STRUCTURE MEASURE	S.E.	SCORE-TO-MEASURE AT CAT.	50% CUM. PROBABLTY	COHERENCE M->C	COHERENCE C->M	RMSR	ESTIM DISCR
1	NONE		( -4.08) -INF	-3.07		67%	41%	.7392
2	-2.94	.13	-1.49 -3.07	-.01	-2.99	66%	79%	.4034
3	-.02	.11	1.48 -.01	3.09	-.01	69%	75%	.4493
4	2.96	.16	( 4.10) 3.09	+INF	3.01	63%	38%	.9198

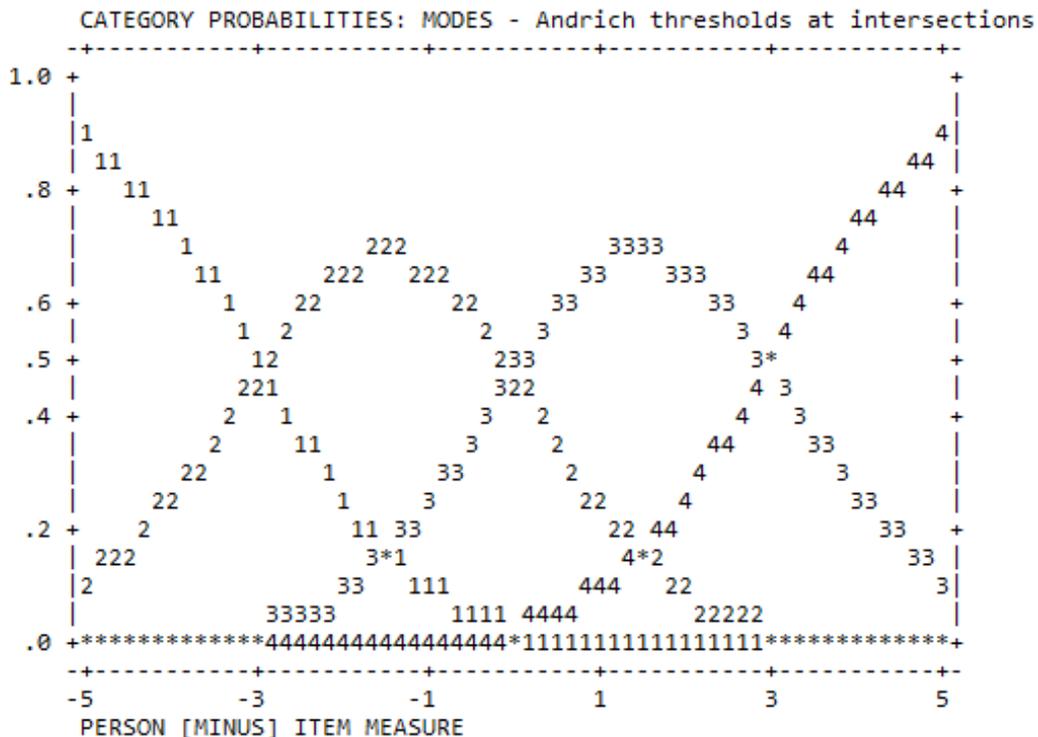
->C = Does Measure imply Category?

->M = Does Category imply Measure?

Category Matrix : Confusion Matrix : Matching Matrix

Predicted Scored-Category Frequency

Obs Cat Freq	1	2	3	4	Total
1	78.90	47.01	8.88	.21	135.00
2	50.38	157.80	67.17	4.65	280.00
3	4.85	65.00	125.48	37.67	233.00
4	1.02	9.98	31.34	69.66	112.00
Total	135.15	279.78	232.87	112.20	760.00

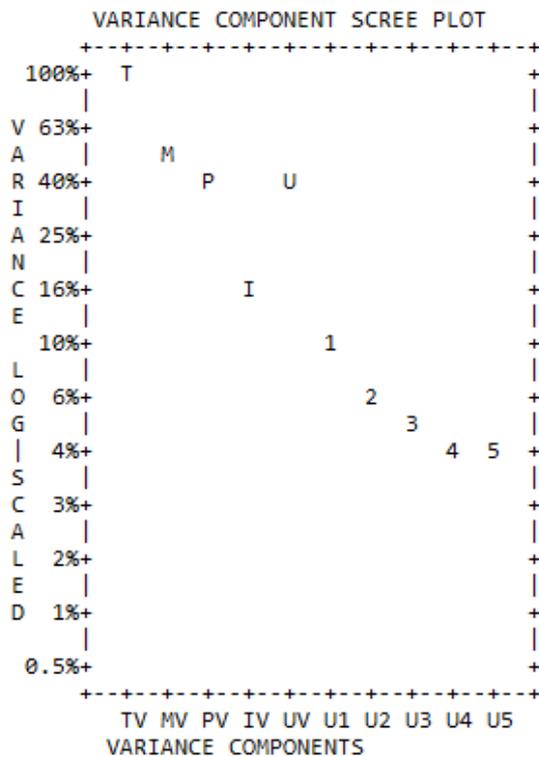


### 10.5.3 Ausschnitte aus der Tabelle PCAR

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance in Eigenvalue units = ITEM information units

	Eigenvalue	Observed	Expected
Total raw variance in observations =	19.6334	100.0%	100.0%
Raw variance explained by measures =	11.6334	59.3%	58.6%
Raw variance explained by persons =	8.1326	41.4%	41.0%
Raw Variance explained by items =	3.5009	17.8%	17.6%
Raw unexplained variance (total) =	8.0000	40.7%	41.4%
Unexplnd variance in 1st contrast =	2.4641	12.6%	30.8%
Unexplnd variance in 2nd contrast =	1.3440	6.8%	16.8%
Unexplnd variance in 3rd contrast =	1.0884	5.5%	13.6%
Unexplnd variance in 4th contrast =	.9715	4.9%	12.1%
Unexplnd variance in 5th contrast =	.8453	4.3%	10.6%

#### STANDARDIZED RESIDUAL VARIANCE SCREE PLOT



#### Approximate relationships between the PERSON measures

PCA Contrast	ITEM Clusters	Pearson Correlation	Disattenuated Correlation	Pearson+Extr Correlation	Disattenuated+Extr Correlation	Cluster Sizes
1	1 - 3	0.4984	0.6364	0.6810	0.8314	4 3
1	1 - 2	0.6949	1.0000	0.7748	1.0000	4 1
1	2 - 3	0.5927	1.0000	0.7027	1.0000	1 3
2	1 - 3	0.6170	1.0000	0.7208	1.0000	1 3
2	1 - 2	0.7476	1.0000	0.8091	1.0000	1 4
2	2 - 3	0.7580	0.9845	0.8580	1.0000	4 3
3	1 - 3	0.7089	1.0000	0.7808	1.0000	1 4
3	1 - 2	0.7072	1.0000	0.7837	1.0000	1 3
3	2 - 3	0.7882	1.0000	0.8724	1.0000	3 4
4	1 - 3	0.7809	1.0000	0.8384	1.0000	1 6
4	1 - 2	0.3957	1.0000	0.5344	1.0000	1 1
4	2 - 3	0.4951	1.0000	0.6492	1.0000	1 6
5	1 - 3	0.6799	1.0000	0.7558	1.0000	1 2
5	1 - 2	0.6957	1.0000	0.7744	1.0000	1 5
5	2 - 3	0.7527	1.0000	0.8390	1.0000	5 2

10.5.4 Tabelle Item Measure

ITEM CATEGORY/OPTION/DISTRACTOR FREQUENCIES: MEASURE ORDER

ITEM STATISTICS: MEASURE ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD	PTMEASUR-CORR.	AL-EXP.	EXACT OBS%	MATCH EXP%	ITEM
1	201	95	1.10	.20	.87	-.85	.90	-.64	.84	.81	70.9	63.5	6
4	209	95	.79	.20	.66	-2.55	.64	-2.65	.86	.81	79.1	63.5	19
7	220	95	.38	.19	1.01	.13	1.02	.19	.81	.81	64.0	63.7	38
8	229	95	.04	.19	.82	-1.19	.79	-1.44	.84	.81	68.6	63.0	44
3	231	95	-.03	.19	.97	-.17	1.05	.35	.80	.81	66.3	62.8	18
5	238	95	-.29	.19	1.15	.99	1.14	.92	.80	.81	55.8	62.2	20
6	251	95	-.77	.19	1.09	.68	1.08	.59	.78	.80	66.3	61.4	36
2	263	95	-1.22	.19	1.28	1.81	1.38	2.17	.73	.79	67.4	61.3	17
MEAN	230.2	95.0	.00	.19	.98	-.1	1.00	-.1			67.3	62.7	
P.SD	19.3	.0	.72	.00	.18	1.3	.21	1.4			6.1	.9	

ENTRY NUMBER	DATA CODE	SCORE VALUE	DATA COUNT	%	ABILITY MEAN	P.SD	S.E. MEAN	INFIT MNSQ	OUTF MNSQ	PTMA CORR.	ITEM
1	Meine F	***	1	1#							6
	1	1	28	29	-2.67	1.93	.37	1.0	1.1	-.58	
	2	2	39	41	-.70	1.12	.18	.7	.8	-.15	
	3	3	17	18	1.83	.63	.16	.3	.3	.35	
	4	4	11	12	4.61	2.11	.67	1.4	1.4	.64	
4	Meine F	***	1	1#							19
	1	1	21	22	-3.19	2.01	.45	1.0	1.0	-.58	
	2	2	44	46	-.79	.99	.15	.6	.6	-.20	
	3	3	20	21	1.58	1.02	.23	.5	.5	.34	
	4	4	10	11	5.01	1.61	.54	.7	.7	.65	
7	Meine E	***	1	1#							38
	1	1	17	18	-3.42	1.99	.50	1.0	1.0	-.55	
	2	2	44	46	-.86	1.31	.20	1.1	1.1	-.22	
	3	3	21	22	1.07	1.33	.30	.8	.8	.25	
	4	4	13	14	4.08	2.26	.65	1.3	1.4	.62	
8	Ich set	***	1	1#							44
	1	1	18	19	-3.47	1.96	.48	1.1	1.0	-.57	
	2	2	33	35	-1.23	.90	.16	.5	.5	-.27	
	3	3	31	33	.91	1.17	.21	.7	.6	.29	
	4	4	13	14	4.18	2.14	.62	1.1	1.0	.64	
3	Mein*e	***	1	1#							18
	1	1	14	15	-3.77	1.94	.54	.9	.9	-.54	
	2	2	38	40	-1.17	1.28	.21	1.0	1.0	-.29	
	3	3	31	33	.97	1.47	.27	.9	1.1	.30	
	4	4	12	13	3.93	2.43	.73	1.4	1.5	.57	
5	Meine E	***	1	1#							20
	1	1	16	17	-3.65	1.81	.47	.9	.9	-.57	
	2	2	33	35	-1.13	1.22	.22	1.0	1.0	-.24	
	3	3	28	29	.57	1.39	.27	1.0	.9	.19	
	4	4	18	19	3.31	2.36	.57	1.3	1.4	.62	
6	Mein*e	***	1	1#							36
	1	1	10	11	-4.03	2.17	.72	1.3	1.4	-.48	
	2	2	32	34	-1.70	1.23	.22	.8	.8	-.39	
	3	3	35	37	.53	1.30	.22	.8	.8	.21	
	4	4	18	19	3.10	2.64	.64	1.7	1.7	.58	
2	Ich bin	***	1	1#							17
	1	1	11	12	-4.27	1.83	.58	1.0	1.0	-.54	
	2	2	17	18	-1.79	1.22	.30	.9	.9	-.27	
	3	3	50	53	.22	1.46	.21	1.0	1.3	.17	
	4	4	17	18	2.72	3.12	.78	2.6	2.6	.50	

# Missing % includes all categories. Scored % only of scored categories