

Welberg, Julia

Wen interessiert's? Quantitative Untersuchungen der Zusammenhänge der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und Interesse an Physik

Berlin : Logos Verlag Berlin 2025, 212 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 395) - (Dissertation, Universität Münster, 2025)



Quellenangabe/ Reference:

Welberg, Julia: Wen interessiert's? Quantitative Untersuchungen der Zusammenhänge der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und Interesse an Physik. Berlin : Logos Verlag Berlin 2025, 212 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 395) - (Dissertation, Universität Münster, 2025) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-350027 - DOI: 10.25656/01:35002; <https://doi.org/10.30819/6021>; 10.30819/6021

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-350027>

<https://doi.org/10.25656/01:35002>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://www.logos-verlag.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Studien zum Physik- und Chemielernen

M. Hopf und M. Ropohl [Hrsg.]

395

Julia Welberg

Wen interessiert's?

Quantitative Untersuchungen
der Zusammenhänge der Neigungen
zu empathisierender und systematisierender
Denkweise und Interesse an Physik



λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf und Mathias Ropohl

Diese Reihe im Logos Verlag Berlin lädt Forscherinnen und Forscher ein, ihre neuen wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen im Kontext einer Vielzahl von bereits erschienenen Arbeiten zu quantitativen und qualitativen empirischen Untersuchungen sowie evaluativ begleiteten Konzeptionsentwicklungen zu veröffentlichen. Die in den bisherigen Studien erfassten Themen und Inhalte spiegeln das breite Spektrum der Einflussfaktoren wider, die in den Lehr- und Lernprozessen in Schule und Hochschule wirksam sind.

Die Herausgeber hoffen, mit der Förderung von Publikationen, die sich mit dem Physik- und Chemielernen befassen, einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Verbesserung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Martin Hopf und Mathias Ropohl

Studien zum Physik- und Chemielernen

Band 395

Julia Welberg

Wen interessiert's?

Quantitative Untersuchungen der Zusammenhänge der
Neigungen zu empathisierender und systematisierender
Denkweise und Interesse an Physik

Logos Verlag Berlin



Studien zum Physik- und Chemielernen

Martin Hopf und Mathias Ropohl [Hrsg.]

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Lizenz CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. Schaubilder, Abbildungen, Fotos und Textauszüge erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

Logos Verlag Berlin GmbH 2025

ISBN 978-3-8325-6021-8

ISSN 1614-8967

DOI 10.30819/6021

Logos Verlag Berlin GmbH
Georg-Knorr-Str. 4, Geb. 10
D-12681 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90

Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92

<https://www.logos-verlag.de>

Wen interessiert's?

Quantitative Untersuchungen der
Zusammenhänge der Neigungen zu
empathisierender und systematisierender
Denkweise und Interesse an Physik

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades in den Erziehungswissenschaften
im Fachbereich Physik der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fa-
kultät der Universität Münster

vorgelegt von

JULIA WELBERG

aus Ahaus-Ottenstein

- 2025 -

Münster, den 08.04.2025

Englische Übersetzung des Titels der Arbeit:	Who's interested? Quantitative analyses of the relationships between the drives toward empathizing and systemizing thinking and interest in physics
Erste Gutachterin:	Prof. Dr. Susanne Heinicke
Zweite Gutachterin:	Prof. Dr. Thorid Rabe
Tag der mündlichen Prüfung:	20.08.2025
Tag der Promotion:	20.08.2025

Für meine Familie

Publikationen

Teile dieser Arbeit sind bereits in unterschiedlichen Publikationen veröffentlicht. Diese Publikationen sowie weitere finden sich nachfolgend aufgelistet.

Beiträge in Fachzeitschriften, Sammel- & Tagungsbände mit Bezug zu dieser Arbeit

Mit Peer-Review

- Welberg, J.**, Streitberger, J.-S., Heinicke, S. & Laumann, D. (2025). How does including empathizing elements in education influence students' interest depending on their drive toward empathizing thinking? *European Journal of Psychology of Education*, 40(4). <https://doi.org/10.1007/s10212-025-01023-8>
- Laumann, D., **Welberg, J.** & Winkelmann, J. (2025). Personenmerkmale und das Interesse von Lernenden in den Naturwissenschaften. In: Krey, O., Bernholt, S., Laumann, D., Rabe, T. (Hrsg.), *Interesse revisited – Das Interessenskonstrukt in den Naturwissenschaften*. Springer Spektrum, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-48542-9_6
- Welberg, J.**, Schneider, A.-K., Laumann, D. & Heinicke, S. (2025). Zusammenhang zwischen Gender, empathisierender sowie systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse sowie der Kurswahl in der Sekundarstufe II von Lernenden im Fach Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 31(1). <https://doi.org/10.1007/s40573-024-00176-1>
- Welberg, J.**, Laumann, D. & Heinicke, S. (2024). Measuring Empathizing and Systemizing in Children and Adolescents. *European Journal of Psychological Assessment*, Artikel 1015-5759/a000843. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000843>

Ohne Peer-Review

- Laumann, D., **Welberg, J.** & Heinicke, S. (2024). Physik studieren oder nicht? Welche Faktoren beeinflussen die Wahl eines Physikstudiums? *Physik Journal*(11), 30-33.
- Heinicke, S., Laumann, D., **Welberg, J.** & Fühner, L. (2024). Macht doch, was ihr wollt! Im Unterricht nach Interesse differenzieren – Hintergründe und Tipps. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 35(200), 2–9.
- Welberg, J.**, Laumann, D. & Heinicke, S. (2024). Motive zur Wahl und Befunde zum Fachinteresse Physik von Lernenden. In H. van Vorst (Hrsg.), *Frühe naturwissenschaftliche Bildung: Beiträge zur Jahrestagung in Hamburg 2023* (S. 526–529). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDChP).

- Laumann, D., **Welberg, J.** & Heinicke, S. (2023). Fachwahl von Studierenden im Zusammenhang mit Fachinteresse und Brain Type. *PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 427–431. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1355>
- Welberg, J.**, Laumann, D. & Heinicke, S. (2023). Die (Ab-)Wahl von Physik und Zusammenhänge zu Fachinteresse und Brain Type der Lernenden. *PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 185–190. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1357>
- Welberg, J.**, Laumann, D. & Heinicke, S. (2023). Empathisierendes und systematisierendes Denken in der Sekundarstufe I. In H. van Vorst (Hrsg.), *Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt: Beiträge zur Jahrestagung in Aachen 2022* (S. 446–449). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDChP).
- Welberg, J.**, Laumann, D. & Heinicke, S. (2022). Empathisierendes oder systematisierendes Denken im Physikunterricht? Testentwicklung für Lernende der Sekundarstufe I. *PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 235–240. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1273>
- Welberg, J.**, Laumann, D. & Heinicke, S. (2022). Wen interessiert denn das? Studien zu Interessen im Physikunterricht. In S. Habig & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen: Beiträge zur Jahrestagung 2021 (online)* (S. 744–747). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDChP).
- Welberg, J.**, Laumann, D. & Heinicke, S. (2021). „Und für wen ist dieser Kontext?“ - Studien zu Kontexten und Interessen im Physikunterricht unter Beachtung von Gender und Selbstkonzept. *PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 299–306. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1150>

Beiträge in Fachzeitschriften, Sammel- & Tagungsbände ohne konkreten Bezug zu dieser Arbeit

Mit Peer-Review

- Laumann, D., Fischer, J. A., Stürmer-Steinmann, T. K., **Welberg, J.**, Weißnigk, S. & Neumann, K. (2024). Designing e-learning courses for classroom and distance learning in physics: The role of learning tasks. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.17879/07948761604>

Ohne Peer-Review

- Pusch, A., Ubben, M. S., Schlummer, P. & **Welberg, J.** (2024). *Demonstrationsexperimente gestalten: Konzeption und Umsetzung in Theorie und Praxis*. Springer Spektrum. <https://link.springer.com/978-3-662-68519-8>
- Heinen, R., Heinicke, S., **Welberg, J.** & Fühner, L. (2024). Vorhang auf! Vielfältige Präsentationsmethoden zur interessendifferenzierenden Gestaltung von Projektergebnissen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 35(200), 36–37.
- Welberg, J.** (2024). „H5P“-Aufgaben mit „Lumi“: Spielend leicht eigene, interaktive Lernaufgaben erstellen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 35(199), 44–45.
- Heinicke, S. & **Welberg, J.** (2024). Ist der Webervogel verantwortlich für den Tod von Zehntausenden? Ein fächerübergreifendes und medienkritisches Mystery zur Optik. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 35(199), 33–35.
- Heinicke, S., **Welberg, J.** & Altepping, J. (2024). Leben oder Ruhm dank Kohlsuppe: Ein vielfältig differenzierendes Mystery rund um Blitze und ihre Gefahren. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 35(199), 36–38.
- Welberg, J.** & Heinicke, S. (2024). Digitale Medien als Hilfsmittel zur Visualisierung im Physikunterricht. In R. Kürten, G. Greefrath & M. Hammann (Hrsg.), *Begabungsförderung: Band 16. Digitale Medien in Lehr-Lern-Laboren: Innovative Lehrformate in der Lehrkräftebildung zum Umgang mit Diversität und Inklusion* (S. 149–168). Waxmann.
- Heinicke, S., Hunze, G., Düperthal, L. & **Welberg, J.** (2024). Digitale Medien aus der Perspektive ihres Einsatzes im Fachunterricht. In R. Kürten, G. Greefrath & M. Hammann (Hrsg.), *Begabungsförderung: Band 16. Digitale Medien in Lehr-Lern-Laboren: Innovative Lehrformate in der Lehrkräftebildung zum Umgang mit Diversität und Inklusion* (S. 15–38). Waxmann.
- Welberg, J.**, Heinen, R. & Heinicke, S. (2023). An die Stifte, fertig, los! Kritzelspiele für Vertretungsstunden und als kreative Mini-Übungen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 34(198), 40–41.
- Welberg, J.** & Heinicke, S. (2023). Darf's ein bisschen weniger sein? Mit Dokumentationsminiaturen den eigenen Lernprozess nachvollziehen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 34(195/196), 40–41.
- Welberg, J.** & Heinicke, S. (2022). Digitale Apps: Visualisierungshelfer für physikalische Themen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 33(188), 12–14.
- Welberg, J.**, Ubben, M. S., Pusch, A. & Heinicke, S. (2022). Diagramme – aber welche und wie? Diagramme geeignet auswählen und ausgestalten. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 33(188), 26–27.
- Heinicke, S. & **Welberg, J.** (2021). Daten bewerten - wann wird die Unsicherheit zu einem kritischen Faktor? *Plus Lucis*, 2021(4), 33–35.

Welberg, J., Holz, C. & Heinicke, S. (2020). Umgang mit unsicheren Daten: Perspektive der Schülerinnen und Schüler. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 31(177/178), 44–47.

Danksagungen

Zu Beginn dieser Arbeit möchte ich all denen danken, die mich auf meinem Weg begleitet haben und ohne die diese Arbeit erst gar nicht möglich gewesen wäre.

Mein aufrichtiger Dank gilt zuallererst Prof. Dr. Susanne Heinicke: Liebe Susanne, vielen Dank, dass du mir die Möglichkeit gegeben hast, bei dir zu promovieren. Deine kreativen Impulse und Gedanken haben mich stark geprägt und dahin geführt, wo ich jetzt bin.

Genauso aufrichtig gilt mein Dank Dr. Daniel Laumann: Lieber Daniel, danke, dass du meine Promotion vom ersten Tag an mitbetreut und mitgestaltet hast. Danke, dass ich so viel von dir lernen durfte und ich mich immer auf deine Unterstützung verlassen konnte.

Doch wie es schon Aristoteles sagte: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ (Met. IV. 17, 1041b12 ff.), liebe Susanne, lieber Daniel: Ihr beide als Betreuerteam wart und seid für mich eine unschlagbare Kombination: Susannes Kreativität und Zuversicht und Daniels methodisches Geschick und Fokussiertheit waren für mich tagtäglich eine Bereicherung und ich bin so dankbar, dass ihr mich gemeinsam auf meinem Weg begleitet habt. Es hat mir immer sehr viel Spaß gemacht! Danke für Alles!

Ebenfalls herzlich bedanken möchte ich mich bei Prof. Dr. Thorid Rabe für die Übernahme des Zweitgutachtens: Liebe Thorid, ich danke dir für die wertvollen Begegnungen und Diskussionen, sie haben meine Arbeit stets bereichert.

Ein weiterer Dank gebührt Prof. Dr. Gilbert Greefrath, der nicht nur als Drittprüfer agiert, sondern auch maßgeblich zur Ausbildung meines didaktischen Wissens in meinem zweiten Fach Mathematik beigetragen hat.

Ein herzliches Dankeschön geht ebenfalls an Prof. Dr. Karolina Urton, die als Viertprüferin fungiert und mir freundlicherweise ermöglicht hat, in ihren fächerübergreifenden Inklusions-Vorlesungen Daten zu erheben.

Ein weiterer Dank gilt Prof. Dr. Stefan Heusler für sein wertvolles Feedback zum Beispiel in meinen Probevorträgen und darüber hinaus.

Ebenso möchte ich mich bei Dr. Alexander Pusch für seine stets offene Gesprächsbereitschaft und die wertvollen Gelegenheiten, mein Wissen in der Experimentierpraxis weiter zu vertiefen, bedanken.

Ein großer Dank gilt auch meinen Wegbegleitern Nils Haverkamp, Dr. Paul Schlummer, Dane-Vincent Schlünz, und Peter Westhoff: Danke für die inspirierenden Kaffee- und Keksunden, die vielen tollen freundschaftlichen Gespräche und Diskussionen. Ihr wart immer für mich da und dafür bin ich euch sehr dankbar!

Danke auch an alle weiteren Kolleginnen und Kollegen: Dr. Larissa Fühner, Jarmo Günther, Rosalie Heinen, Maximilian Loch, Dr. Malte Ubben und Nathalie Wolke für die unterschiedlichsten Projekte und wertvollen Gespräche, die wir gemeinsam geführt haben.

Herzlichst bedanken möchte ich mich auch bei Claudia Musiol, Till-Hendrik Wende und allen „Lagunern“: Ihr wart immer für mich da, sei es in Gesprächen, Last-Minute-Unterstützungen oder Kochabenden: Danke dafür! Dasselbe gilt für meine Hilfskräfte Antonia Eben, Jona Lanksch und Jan-Samuel Streitberger: Danke für eure vielfältige Unterstützung während meiner Promotionszeit!

Meine Arbeit ist das Ergebnis vieler kleiner Bausteine, sei es in Studienprojekten, Bachelor- oder Masterarbeiten, ihr seid alle ein Teil davon! Daher danke an alle Studierenden, Lehrkräfte und Schulen, die einen Teil zu dieser Arbeit beigetragen haben.

Nicht unerwähnt dürfen auch meine Freundinnen und Freunde aus dem Studium und darüber hinaus sein: Meine lieben „klar“-Mädels, danke für eure Freundschaft und Unterstützung. Ein besonderer Dank gilt Nele Janke und Marvin Ewald: Wir haben zusammen das Mathe-Physik-Studium gemeistert und unvergessliche Lernnachmittage als „Lernbüffel“ verbracht.

Ein herzlicher Dank gilt auch dem Musikkorps der FFW Münster für die musikalischen Auszeiten!

Mein aufrichtigster Dank gilt zuletzt meiner Schwester, meinen Eltern und unserem Hund Vhiete: Danke Mama, Papa und Svenja! Ihr habt mich immer unterstützt, an mich geglaubt und den Rücken gestärkt! Ihr habt immer ein offenes Ohr für mich und ich bin dankbar, dass ich immer zu euch kommen kann. Ohne euch wäre ich nicht die, die ich bin! Danke, dass ihr immer für mich da seid!

Allen, die ich nicht namentlich erwähnt habe, die mir aber begegnet sind und mich zu diesem Ziel geführt haben, danke ich ebenfalls, besonders meinen vielen wissenschaftlichen Kolleginnen und Kollegen!

DANKE euch allen!

Zusammenfassung

Die Entwicklung von Interessen ist ein wesentlicher Bestandteil der Persönlichkeitsentwicklung von Kindern und Jugendlichen, die auch in den deutschen Bildungsstandards für das Fach Physik verankert sind. Bestehende Studien deuten allerdings darauf hin, dass das Fach Physik bisher nur begrenzte Erfolge in der Entwicklung von Interessen vorweisen kann.

Um das Interesse am Physikunterricht umfassender zu verstehen, ist gemäß der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses eine genaue Charakterisierung sowohl des Gegenstands als auch der Person erforderlich. Die vorliegende Arbeit legt den Fokus dabei auf die Person und nutzt neben Gender die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise, basierend auf der Empathizing-Systemizing-Theorie, zur Beschreibung von Personen.

Vor der Durchführung empirischer Studien zu den beiden Neigungen beschreibt diese Arbeit die Kürzung und Anpassung eines bestehenden Messinstrumentes zur Erfassung dieser Neigungen und wendet es in vier Studien an. Dazu werden zunächst Gender und die Neigungen zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise genutzt, um das Fachinteresse von zehn verschiedenen Schulfächern zu modellieren, bevor der Fokus in einer weiteren Studie auf das Fach Physik und die Kurswahl von Physik in der Sekundarstufe II gelegt wird.

Die Modellierung mittels Pfadmodell zeigt für das Fach Physik, dass die Neigung zu systematisierender Denkweise einen starken Einfluss auf das Fachinteresse Physik hat, was wiederum die Kurswahl Physik beeinflusst. Im Vergleich dazu hat Gender nur einen geringen Einfluss auf das Fachinteresse Physik und die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II. Die durch die Neigung zu systematisierender Denkweise zusätzlich zu Gender aufgeklärte Varianz im Fachinteresse Physik ist höher als durch Gender allein.

Diese Befunde deuten darauf hin, dass Physikunterricht möglicherweise der Neigung zu empathisierender Denkweise eher nicht entgegenkommt und Physikunterricht weniger empathisierend wahrgenommen wird als andere Fächer. Eine weitere Studie untersucht diesen Sachverhalt, indem sie den Anteil wahrgenommener empathisierender Unterrichtselemente im Physikunterricht quantifiziert. Es zeigt sich, dass, wenn Schülerinnen und Schüler Physikunterricht als empathisierend wahrnehmen, ihr Fachinteresse Physik signifikant höher ist, unabhängig davon, ob sie selbst zu einer empathisierenden Denkweise neigen oder nicht.

Es scheint demnach sinnvoll zu sein, im Physikunterricht empathisierende Unterrichtselemente zu nutzen, um allen Schülerinnen und Schülern einen Zugang zu Physik zu geben und ihnen die Möglichkeit zur Interessenentwicklung zu ermöglichen.

Eine erste Möglichkeit hierzu untersucht abschließend eine letzte Studie, indem sie die Kontexte der ROSE-Studie in eine empathisierende beziehungsweise systematisierende Richtung formuliert und die Unterschiede im Interesse untersucht. Hier zeigt sich erneut, dass eine Formulierung von Kontexten in eine empathisierende Richtung zu signifikant höherem Interesse an den Kontexten führt.

Insgesamt zeigt die Arbeit, dass der Einbezug der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise differenziertere Analysen zum Fachinteresse Physik ermöglicht, was neue Impulse für individuelle Fördermaßnahmen und die diversitätssensible Gestaltung des Physikunterrichts liefern könnte.

Abstract

The development of interests is an essential component of development of personality of children and adolescents, which is embedded in the German educational standards („Bildungsstandards“) for physics. Existing studies indicate that education in physics has thus far achieved only limited success in promoting the development of interests.

To achieve a comprehensive understanding of interest in physics lessons, it is necessary, according to the Person-Object Theory of Interest, to precisely characterize both the object and the person. This study focuses on the person and utilizes, in addition to gender, the drives toward empathizing and systemizing thinking based on the Empathizing-Systemizing Theory for the characterization of individuals.

Prior to conducting empirical studies on these two drives, this work describes the abbreviation and adaptation of an existing measurement instrument for capturing these drives, which is subsequently applied in four studies. Initially, gender and drives toward empathizing and systemizing thinking are used to model interest in ten different school subjects, before a subsequent study focuses on the subject of physics and the choice of elective physics courses in secondary education.

Path modeling reveals that a drive toward systemizing thinking has a strong influence on the interest in physics, which in turn affects the choice of physics courses. In comparison, gender has only a minor impact on interest in physics and course selection in secondary education. The variance in interest in physics explained by the drive toward systemizing thinking in addition to gender is higher than that explained by gender alone.

These findings suggest that physics teaching might not adequately cater to the drive toward empathizing thinking and may be perceived as less empathizing than other subjects. A further study examines this situation by quantifying the proportion of perceived empathizing educational elements in physics lessons. It is shown that when students perceive physics lessons as empathizing, their interest in physics is significantly higher, regardless of their own drive toward empathizing thinking.

It thus seems advisable to integrate empathizing educational elements into physics lessons to provide all students with access to physics and the opportunity to develop their interests. A concluding study explores an initial approach by reformulating the contexts of the ROSE study in an empathizing or systemizing direction, investigating the resulting differences in interest. It is again shown that formulating contexts in an empathizing direction leads to significantly higher interest in those contexts.

Overall, this work demonstrates that incorporating drives toward empathizing and systemizing thinking allows for more differentiated analyses of interest in the subject of physics, providing potential new insights into individual support measures and a design that incorporates diversity in physics education.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Relevanz von Interesse für Physikunterricht.....	1
1.2	Perspektiven auf Interesse im Unterricht	6
1.3	Zusammenführung dieser Perspektiven in Bezug auf diese Arbeit.....	12
2	Theoretischer Hintergrund	15
2.1	Interesse.....	15
2.2	Personenbezogene Merkmale im Allgemeinen.....	21
2.3	Gender/Geschlecht.....	23
2.4	Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise	24
2.5	Kurswahlen und Wahlentscheidungen	26
2.6	Kontextbegriff	29
3	Empirischer Hintergrund und Forschungsstand	33
3.1	Interesse.....	33
3.2	Ausgewählte Interessensstudien	34
3.3	Gender	39
3.4	Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise	40
3.5	Kurswahlen in der Sekundarstufe II	44
4	Aufbau und Ziele dieser Arbeit.....	47
5	Psychometrische und Statistische Methoden	55
5.1	Gütekriterien in quantitativer Forschung	55
5.2	Grundbegriffe statistischer Analysen.....	58
5.3	Genutzte statistische Methoden	63
6	Kürzung und Adaption eines Fragebogens zur Messung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise	73
6.1	Methodisches Vorgehen	74
6.2	Teilstudie 1: Auswahl der Items	75

6.3	Teilstudie 2: Überprüfung der Faktorenstruktur und Verständlichkeit für Kinder und Jugendliche	79
6.4	Teilstudie 3: Überprüfung der Retest-Reliabilität.....	81
6.5	Teilstudie 4: Konfirmatorische Überprüfung der Struktur der finalen Items	81
6.6	Teilstudie 5: Umfassende Überprüfung der Validität des gekürzten und adaptierten Instrumentes	83
6.7	Zusammenfassung und Ausblick.....	87
7	Zusammenhang von Gender, empathisierender und systematisierender Denkweise sowie dem Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer	89
7.1	Forschungsfrage und Hypothesen	89
7.2	Methodisches Vorgehen	91
7.3	Ergebnisse	93
7.4	Limitationen	96
7.5	Diskussion	96
7.6	Zusammenfassung und Ausblick.....	97
8	Zusammenhang von Gender, empathisierender und systematisierender Denkweise und Fachinteresse sowie Kurswahl Physik	99
8.1	Forschungsfragen und Hypothesen	99
8.2	Methodisches Vorgehen	103
8.3	Ergebnisse	105
8.4	Limitationen	111
8.5	Diskussion	112
8.6	Zusammenfassung und Ausblick.....	116
9	Zusammenhang der Neigung zu empathisierender Denkweise und wahrgenommenen empathisierenden Unterrichtselementen	119
9.1	Forschungsfragen und Hypothesen	120
9.2	Methodisches Vorgehen	122
9.3	Ergebnisse	129
9.4	Limitationen	132

9.5	Diskussion	133
9.6	Zusammenfassung und Ausblick.....	134
10	Interesse an empathisierend oder systematisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie	135
10.1	Forschungsfragen und Hypothesen	135
10.2	Methodisches Vorgehen	137
10.3	Ergebnisse	139
10.4	Limitationen	142
10.5	Diskussion	142
10.6	Zusammenfassung und Ausblick.....	143
11	Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit.....	145
12	Implikationen für Schulpraxis und Forschung	151
13	Fazit und Ausblick	155
14	Verzeichnisse	159
14.1	Literaturverzeichnis	159
14.2	Abbildungsverzeichnis	180
14.3	Tabellenverzeichnis.....	184
14.4	Abkürzungsverzeichnis.....	188
15	Anhang	191
15.1	Kursbelegungen in der gymnasialen Oberstufe.....	191
15.2	Faktorenanalysen zur Kürzung und Adaption des Erhebungsinstrumentes.....	192
15.3	Skalen zur Messung der Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise.....	195
15.4	Statistische Gütekriterien des Fragebogens aus Kapitel 7	196
15.5	Erhebung des Fachinteresses: Einzelitem vs. Skala	197
15.6	Visualisierung der modellierten Zusammenhänge zwischen EQ, SQ, Gender und Fachinteresse verschiedener Schulfächer.....	199
15.7	Statistische Gütekriterien des Fragebogens aus Kapitel 8	201
15.8	Faktorenanalysen Fachinteresse Physik und systematisierende Denkweise.....	202

15.9	Pfadkoeffizienten der Pfadmodelle aus Kapitel 8	203
15.10	Fragebogen zur Erhebung empathisierender Unterrichtselemente	204
15.11	Faktorenanalyse des Fragebogens zur Erhebung empathisierender Unterrichtselemente.....	206
15.12	Statistische Gütekriterien des Fragebogens aus Kapitel 9	207
15.13	Items zum Interesse an Kontexten der ROSE-Studie	208
15.14	Statistische Gütekriterien des Fragebogens aus Kapitel 10.....	210
15.15	Posterpräsentationen und Vorträge	211

1 Einführung

1.1 Relevanz von Interesse für Physikunterricht

*„Das Lernen soll dazu dienen, daß Interesse aus ihm entstehe. Das Lernen soll vorübergehen, und das Interesse soll während des gesamten Lebens beharren.“
(Herbart, 1982, S. 97)*

Obwohl das genannte Zitat von Herbart (1776 – 1841) aus einer längst vergangenen Zeit stammt, behält es seine Relevanz im heutigen Verständnis von Bildung. Laut Herbart soll Lernen dazu dienen, Interesse zu wecken, das ein ganzes Leben lang bestehen bleibt.

Schaut man auf das Fach Physik und die Rolle des Faches in Bezug auf Bildung, betonen die deutschen Bildungsstandards, dass der Physikunterricht einen „wichtigen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung [...] von Jugendlichen“ (Kultusministerkonferenz, 2020, S. 11) leisten sollte. Diese Standards unterstreichen, dass Physikunterricht neben dem Beitrag zu „Allgemeinbildung, Studierfähigkeit [und] Vorbereitung auf das Berufsleben“ auch die „Teilhabe am gesellschaftlichen Leben, Persönlichkeitsbildung einschließlich Interessenentwicklung“ (Kultusministerkonferenz, 2020, S. 4) fördern soll. Diese Sichtweise hebt die Bedeutung des Unterrichts hervor, die über die reine Wissensvermittlung hinausgeht, indem er eine Grundlage für die Auseinandersetzung mit der Physik schafft und Raum zur Entfaltung von Interessen bietet.

Die Entwicklung von Interessen im Rahmen der Entwicklung der Persönlichkeit von Heranwachsenden kann als ein Bildungsziel von Unterricht angesehen werden (siehe Kapitel 1.2). Dabei können Schülerinnen und Schüler während ihrer Schulzeit nicht Interesse an allen Bereichen und Fächern ausüben, sondern „Vorlieben für einen Bereich schlagen sich mitunter negativ auf die Haltung gegenüber anderen Bereichen nieder“ (Körner & Noack, 2024, S. 80), was einer Ausprägung von Interessenprofilen entspricht. Damit ein Interessenprofil begründet entsteht, ist eine Auseinandersetzung mit verschiedenen „Interessengegenständen“ jedoch notwendig, was anschließend zur Persönlichkeitsentwicklung beiträgt. In der pädagogischen Psychologie versteht man Interesse als die wechselseitige Beziehung zwischen einer Person und einem (Interessen-)Gegenstand (siehe Kapitel 2.1). Im schulischen Kontext bezieht sich

der Begriff „Lerngegenstand“ auf die verschiedenen Elemente, die im Unterricht behandelt werden. Dazu gehören Inhalte und Themen, aber auch Kontexte und spezifische Tätigkeiten, die den Lernprozess unterstützen (Krapp, 1992b, 2002). Bisherige groß angelegte Interessenstudien (siehe Kapitel 3.2), wie die IPN-Interessenstudie Physik (Hoffmann et al., 1998) oder die ROSE-Studie (**R**elevance **o**f **S**cience **E**ducation; Sjøberg & Schreiner, 2019) fokussierten dabei eher den Gegenstand als die Person und untersuchten zum Beispiel das Interesse von Lernenden an verschiedenen Kontexten und Themen. In diesen Studien wurden dabei auf Seite der Person meist Genderunterschiede berichtet und Lernende nach diesem Merkmal unterteilt. In der IPN-Interessenstudie wurde zusätzlich zu Gender auch das physikbezogene Selbstkonzept als Personenmerkmal erhoben, dies stand jedoch nicht im Fokus der Auswertungen (Hoffmann et al., 1998). Alternative stabile Merkmale beziehungsweise Charakteristiken von Schülerinnen und

Schülern, wie beispielsweise die Big Five der Persönlichkeit oder erkenntnisbezogene Neugierde, auf das Interesse an Physik sind in klassischen naturwissenschafts- bzw. physikbezogenen Studien bislang kaum untersucht worden (Laumann et al., 2025).

In naturwissenschaftsdidaktischen Studien, die nicht das Interesse, sondern die Motivation Naturwissenschaften zu lernen (Glynn et al., 2011) fokussierten, wurden neben Gender auch die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise als weitere Personenmerkmale genutzt, um die Motivation besser erklären zu können (Zeyer, 2010; Zeyer et al., 2012; Zeyer et al., 2013). Dabei zeigte sich, dass die Motivation Naturwissenschaften zu lernen, nur durch die Ausprägung der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise vorhergesagt werden konnte, während weder Gender noch die Neigung zu einer empathisierenden Denkweise signifikante Prädiktoren darstellten¹(Zeyer, 2010; Zeyer et al., 2012). Zusätzlich zu den allgemeinen Zusammenhängen zwischen Naturwissenschaften untersuchten die Forschenden auch den Einfluss dieser Personenmerkmale auf die Motivation Biologie, Chemie und Physik zu lernen separat. Sie stellten fest, dass sich die Motivation für Chemie und Physik ähnlich zu den allgemeinen Naturwissenschaften beschreiben lässt, während die Zusammenhänge in Biologie abwichen und nicht analog zu Chemie oder Physik beschrieben werden konnten (Zeyer, 2018). Die Studien von Zeyer und Kolleginnen und Kollegen wurden dabei mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II durchgeführt.

¹ In der vorliegenden Arbeit werden sowohl ungerichtete Zusammenhänge wie Korrelationen, als auch gerichtete Zusammenhänge, wie Regressionsanalysen oder Pfadmodelle, untersucht und berichtet. Es ist wichtig zu beachten, dass durch letztere kausale Zusammenhänge aufgezeigt werden können, wobei die Interpretation der Ergebnisse stets mit Vorsicht erfolgen sollte. Die in dieser Arbeit dargestellten kausalen Zusammenhänge basieren auf den verwendeten statistischen Methoden und benötigen immer eine Einordnung und Interpretation im jeweiligen Zusammenhang. Weitere Informationen finden sich in Kapitel 4.

Bei den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise handelt es sich um zwei bei Erwachsenen zeitlich stabile Personenmerkmale basierend auf der Empathizing-Systemizing-Theorie (Baron-Cohen, 2002, 2004b; Lindeman, 2020). Diese Theorie unterscheidet Personen in ihrer Neigung zu einer empathisierenden, bzw. einer systematisierenden Denkweise (siehe Kapitel 2.4).

Die genannten Befunde bilden den Ausgangspunkt der folgenden Arbeit, die die Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise und deren Zusammenhänge mit Interesse an Physikunterricht untersucht. Im Unterschied zu bestehenden Studien, die überwiegend mit Studierenden (Billington et al., 2007; Focquaert et al., 2007; Jungert et al., 2018; Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016), Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II (Zeyer, 2010; Zeyer et al., 2012; Zeyer & Wolf, 2010) oder Kindern im Vorschulalter durchgeführt wurden (Skorsetz, 2019), legt die vorliegende Arbeit den Fokus sowohl auf Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I als auch der Sekundarstufe II.

Die Fokussierung auf diese Altersgruppe, vor allem der Sekundarstufe I, zielt darauf ab, Erkenntnisse über Lernende zu gewinnen, die sich noch nicht im Rahmen einer Kurswahl für oder gegen das Fach Physik entschieden haben. In diesem Lebensabschnitt ist die Herausbildung eigener Interessen eher möglich als in jüngeren Jahren. Dabei zeigt sich, dass in der Adoleszenz selbstgewählte Interessen, die aus eigenem Antrieb verfolgt werden, tendenziell eine stärkere Ausprägung erfahren als schulische Interessen (Wicki, 2024). Für das Fach Physik identifizieren verschiedene Interessenstudien (Hoffmann et al., 1998; Potvin & Hasni, 2014) diesen Abschnitt als kritisch für die Entwicklung des Interesses, da Physik, auch relativ zu anderen Unterrichtsfächern, an Beliebtheit verliert (Merzyn, 2013; Muckenfuß, 1995). Der Rückgang des Interesses an Physik in der Mittelstufe geht einher mit einer abnehmenden Anzahl von Schülerinnen und Schülern, die Physikkurse in der gymnasialen Oberstufe belegen (KMK, 2024). Dies ist insofern kritisch zu betrachten, da die Wahl von Kursen in der gymnasialen Oberstufe oft richtungsweisend für spätere Berufs- und Studienentscheidungen ist. Um den gesellschaftlichen Bedarf an naturwissenschaftlichem Nachwuchs zu decken, ist es jedoch von entscheidender Bedeutung, dass zumindest einige Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit erhalten, sich intensiv mit naturwissenschaftlichen Phänomenen auseinanderzusetzen. Zudem sollte allen Schülerinnen und Schülern eine grundlegende naturwissenschaftliche Bildung im Sinne einer „Scientific Literacy“ (Laugksch, 2000) vermittelt werden. Diese Scientific Literacy zielt darauf ab, dass mehr Schülerinnen und Schüler ein positiv konnotiertes Interesse an Physik entwickeln. Neben dieser eher gesellschaftlich orientierten Argumentation ist es, wie auch in den Bildungsstandards für das Fach Physik formuliert, ebenfalls von Bedeutung, dass sich Lernende mit physikalischen Inhalten auseinan-

dersetzen, um auch diesen Bereich in der Entwicklung ihrer Persönlichkeit berücksichtig zu haben.

Nach Fischer (1998) lassen sich diese beiden Argumentationslinien als Legitimationsgründe für eine physikalische Grundbildung wie folgt zusammenfassen:

- **Bedarfsargumente der Gesellschaft**
 - **Ökonomisch:** Moderne Industriegesellschaften sind auf Arbeitskräfte angewiesen, die über fundierte Kenntnisse in Naturwissenschaften und Technologie verfügen, um im globalen Wettbewerb bestehen zu können.
 - **Politisch „mündige Bürgerinnen und Bürger“:** Individuen in der Gesellschaft benötigen grundlegendes Wissen in den Bereichen Naturwissenschaften und Technik, um fundierte Entscheidungen in Bezug auf Gesundheit, Nachhaltigkeit und Ähnliches zu treffen und als verantwortungsbewusste Konsumenten und Individuen effektiv handeln zu können.
- **Bedürfnisargumente des Individuums**
 - **Anthropologisch:** Naturwissenschaftliche Theorien stellen eine bedeutende kulturelle Errungenschaft einer rationalen und aufgeklärten Gesellschaft dar und bieten einen Gegenpol zu zum Beispiel Fake News. Das Verständnis dieser wissenschaftlich-aufklärerischen Ideen ist daher ein wesentlicher Bestandteil der individuellen Entwicklung hin zu einem modernen Lebensstil.
 - **Kulturell:** Bürgerinnen und Bürger sollten in der Lage sein, gesellschaftliche Herausforderungen mit naturwissenschaftlichem Bezug zu verstehen, um aktiv an Diskussionen und demokratischen Entscheidungsprozessen teilzunehmen.

Zur Identifikation interesselörderlicher Faktoren, ist es entscheidend, diese Faktoren präzise zu identifizieren. Jeder Mensch benötigt unterschiedliche Anreize, um Interesse zu entwickeln. Wenn das Ziel darin besteht, gemäß den oben genannten Vorgaben der Kultusministerkonferenz (KMK) Interesse zu entwickeln und dies als Teil der Persönlichkeitsentwicklung zu betrachten, ist es unerlässlich, die Faktoren zu verstehen, die die Entwicklung von Interesse speziell in Bezug auf Physik beeinflussen. Innerhalb einer angestrebten Scientific Literacy erscheint es zusätzlich wünschenswert, dass mehr Lernende ein positiv konnotiertes Interesse an Physik entwickeln.

Daher ist es notwendig, die aktuellen begünstigenden Faktoren genauer zu analysieren, besser zu verstehen und der Frage, die sich auch im Titel dieser Arbeit findet, nachzugehen:

„Wen interessiert’s?“

Ausgehend von diesen Überlegungen wurden in den letzten Jahren, insbesondere für Mädchen, unterschiedliche Förderprogramme entwickelt. Deren langfristiger Erfolg erwies sich jedoch als begrenzt (Mokhonko et al., 2014). Ein Kohortenvergleich des IQB-Bildungstrends zeigte zudem, dass das Interesse an Physik der Mädchen im Vergleich der Kohorte 2012 zu der Kohorte 2018 im Fach Physik gleichbleibend niedrig ist, aber zusätzlich das Interesse an Physik der Jungen in der Kohorte 2018 niedriger ist als in der Kohorte 2012. Diese Beobachtungen sind aktuell nur deskriptiv, da noch keine statistisch signifikanten Unterschiede im Interesse zwischen den Kohorten festgestellt wurden (R. Schneider et al., 2024).

Es lässt sich also festhalten: Physikunterricht ist in Bezug auf die Entwicklung von Fachinteressen bislang nicht besonders „erfolgreich“, wenn Erfolg an einer hohen Interessensbekundung im Physikunterricht und hohen Kursbelegungen gemessen wird. Dabei ist anzumerken, dass Interesse an einem Fach nicht automatisch zu der Belegung eines Faches führt und Desinteresse nicht automatisch zu einer Nicht-Belegung, denn hier spielen mehrere unterschiedliche Faktoren eine Rolle, wie zum Beispiel empfundene Schwierigkeit oder die Rolle der Lehrkraft (Eitemüller & Walpuski, 2018; Laumann et al., 2024; Welberg et al., 2024b). Kursbelegungen können aber ein erstes Indiz für das Interesse der Lernenden darstellen. Dies impliziert allerdings nicht, dass das einzige Ziel von Physikunterricht sein sollte, dass alle Schülerinnen und Schüler Interesse an Physik haben und das Fach anschließend auch weiter in der Oberstufe belegen. Vielmehr ist es relevant, dass Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, Interesse entwickeln zu können und diese Möglichkeit allen Schülerinnen und Schülern zur Herausbildung von Interessenprofilen gegeben werden sollte (Körner & Noack, 2024).

Die vorliegende Arbeit unternimmt einen ersten Schritt zur Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise von Schülerinnen und Schülern, als zwei weitere Personenmerkmale neben Gender, und ihrem Interesse an Physik. Ziel ist es, zu beleuchten, inwieweit diese individuellen Personenmerkmale Einfluss auf das Interesse an Physik haben, um daraus in weiteren Überlegungen Anreize für einen diversitätssensiblen Physikunterricht abzuleiten. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, den Physikunterricht insbesondere in der Sekundarstufe I einerseits im Sinne einer „Scientific Literacy for All“ (Laugksch, 2000) und andererseits im Sinne einer Möglichkeit zur Persönlichkeitsentwicklung (Hopf et al., 2022; Jung, 1999) so zu gestalten, dass er für alle Lernenden

zugänglich und ansprechend ist. Dies erfordert nicht nur die Vermittlung fachlicher Inhalte, sondern auch ein Verständnis für die Vielfalt der individuellen Voraussetzungen, um jedem Schüler und jeder Schülerin die Möglichkeit zur Entwicklung von Interesse am Fach Physik zu geben.

In den vorherigen Absätzen wurde dazu vor allem die Perspektive der Physik in den Fokus gestellt, an manchen Stellen schwang der Begriff der Bildung allerdings schon mit und Interesse wurde als ein Bildungsziel verstanden. Diese Perspektive soll im nachfolgenden Kapitel tiefergehend erörtert werden. Dazu wird nachfolgend eng Bezug auf Prof. Dr. Thorid Rabes Ausführungen auf der Schwerpunkttagung „Interesse revisited – Das Interessenkonstrukt in den Naturwissenschaftsdidaktiken“² genommen (Rabe, 2025).

Dazu wird zusammengefasst den beiden folgenden Fragen nachgegangen:

- Weshalb ist es überhaupt sinnvoll und relevant Interesse an Physik oder allgemein an jedem anderen Unterrichtsfach zu haben?
- Inwiefern sollte die Person beziehungsweise das Individuum im Fokus stehen?

Hierzu wird der Blick geweitet und nachvollzogen, inwiefern Interesse als ein Bildungsziel von Unterricht verstanden wird. Dies wird wie von Rabe (2025) vorgeschlagen, aus drei unterschiedlichen Perspektiven betrachtet.

Aus Perspektive...

- ... allgemeiner Bildungstheorien (Kapitel 1.2.1);
- ... pädagogisch-psychologischer Zugänge (Kapitel 1.2.2);
- ... der Physikdidaktik (Kapitel 1.2.3).

Es wird dabei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben; vielmehr dient dieses einleitende Kapitel dazu, eine multiperspektivische Einführung in das Thema zu bieten. Ziel ist es, eine fundierte Grundlage für die anschließende Analyse und Diskussion der Forschungsergebnisse zu schaffen. Eine ausführliche Diskussion der Perspektiven auf Interesse findet sich in Rabe (2025), deren argumentative Vorgehensweise Grundlage für dieses Kapitel bildet.

1.2 Perspektiven auf Interesse im Unterricht

Das folgende Kapitel stützt sich im Wesentlichen auf die Argumentationslinien von Thorid Rabe. Die vollständige Erkundung dieser Perspektiven findet sich in Rabe (2025) wieder.

² In Anlehnung an Thorid Rabe „Interessenförderung als Ziel (Was soll?)“ eine Synthese der GDCP-Schwerpunkttagung „Interesse revisited – Das Interessenkonstrukt in den Naturwissenschaftsdidaktiken“ im März 2024 an der Universität Augsburg.

1.2.1 Interesse aus Perspektive allgemeiner Bildungstheorien

Der Bildungsbegriff im deutschsprachigen Raum ist vielschichtig, historisch tief verwurzelt und im Besonderen geprägt durch die Humboldtsche Bildungstradition, (neu-)humanistische Bildungsideale, die Kritische Theorie, eine Dualisierung des Schulsystems und verschiedene Strömungen der Reformpädagogik. Die Humboldtsche Bildungstradition stellt die Entwicklung und Entfaltung des Individuums in den Mittelpunkt des (individuellen, lebenslangen) Bildungsprozesses (Humboldt, 1903), wie sie auch in den zu Beginn des Kapitels genannten Bildungsstandards für das Fach Physik beschrieben sind (Kultusministerkonferenz, 2020). Dabei kommt der Idee der Ganzheitlichkeit von Bildung und der Wechselwirkung des Individuums mit der Welt eine zentrale Bedeutung zu. Mit Blick auf die moderne, naturwissenschaftlich-technisch ausgerichtete Welt und Gesellschaft muss dies notwendigerweise eine Auseinandersetzung mit diesen Disziplinen einschließen, was sowohl Kompetenzen des Fachwissens, der Fachmethodik und Erkenntnisgewinnung als auch solche der Positionierung, (kritischen) Bewertung und Kommunikation einschließt (Kultusministerkonferenz, 2020; Weinert, 2014).

Im Sinne der Kritischen Theorie, fasst Adorno (1971) Bildung als kritische Reflexion über gesellschaftliche Verhältnisse. Bildung solle dazu befähigen, sich der eigenen gesellschaftlichen Lage und deren Widersprüche bewusst zu werden. Für eine solche kritische Reflexion innerhalb der aktuellen durch Technik und Naturwissenschaften geprägten Gesellschaft ist die bereits genannte Scientific Literacy eine grundlegend notwendige Voraussetzung. Daher bedarf es einer Eröffnung von Erfahrungsräumen, auch im naturwissenschaftlichen Bildungsbereich von Schule, deren Zugänglichkeit unter anderem davon abhängt, inwiefern sie das Interesse der Lernenden zu wecken oder zu bedienen vermögen. Klafki (2007) spricht im Zusammenhang der kategorialen Bildung³ von dem Wechselverhältnis zwischen der Erschließung der Welt durch das Individuum und der Erschlossenheit des Individuums für die Welt. Dabei betont erstere die aktive Rolle des Individuums im Bildungsprozess, da das Individuum sich die Welt aneignet, indem es Wissen, Fähigkeiten und Werte in der aktiven Auseinandersetzung mit der Umwelt, mit kulturellen und wissenschaftlichen Inhalten sowie durch die Interaktion mit anderen Menschen erwirbt. Es handelt sich entsprechend um einen Prozess des Bedeutungs- und Sinnkonstrukts, in dem das Individuum die Welt für sich erschließt. Umgekehrt beschreibt die Erschlossenheit des Individuums für die Welt die Offenheit des Individuums gegenüber den Einflüssen und Anforderungen der Welt, indem Bildung das Individuum dazu befähigt, sich auf neue Erfahrungen und Perspektiven einzulassen und flexibel sowie anpassungsfähig auf Her-

³ Kategoriale Bildung beschreibt die Verschränkung von materialer und formaler Bildung. Dabei ist neben dem Erwerb eines möglichst umfangreichen Fachwissens (materiale Bildung) auch die Formung einer eigenen Persönlichkeit (formale Bildung) wichtig. Somit sind Bildungsinhalt und Person gleichrangig gestellt.

ausforderungen zu reagieren. Dies impliziert eine Bereitschaft, sich selbst zu reflektieren und weiterzuentwickeln, um auf sinnvolle Weise in der Welt zu agieren. Interesse konstituiert hierbei einen starken Impulsgeber für das Individuum, sich aktiv mit Inhalten auseinanderzusetzen und sich der persönlichen Sinnkonstruktion zu widmen. Ein breites Interesse ermöglicht es dem Individuum außerdem, neuen Erfahrungen und Perspektiven eine notwendige Offenheit entgegenzubringen und der (Selbst)-Reflexion zu erschließen.

Johann Friedrich Herbart (1982) begründet die Notwendigkeit von einem solchen breiten Interesse für Unterricht wie folgt:

*„Was also der Unterricht hervorbringen soll, das ist
erstlich: Interesse,
und zwar: mannigfaltiges Interesse.
Dieses Interesse aber soll ferner sein:
gleichschwebend;
denn es wird in ihm gesucht
vielseitige Bildung,
und es soll aus ihm hervorgehn
Festigkeit des (moralischen) Charakters.“
(Herbart, 1982, S. 96)*

Für Herbart ist Interesse demnach sowohl Ausgangspunkt als auch Ziel von Unterricht, dies wird im eingangs genannten Zitat deutlich, indem er betont, dass Interesse nicht nur das Mittel zum Zweck des Lernens sein soll, sondern, dass „Lernen [...] dazu dienen [soll], daß Interesse aus ihm entstehe. Das Lernen soll vorübergehn, und das Interesse soll während des ganzen Lebens beharren.“ (Herbart, 1982, S. 97). Herbart betont dabei, dass das Interesse „mannigfaltig“ (Herbart, 1982, S. 96) und „gleichschwebend“ (Herbart, 1982, S. 96) ausgeprägt sein soll, was synonym mit einem vielseitig ausgeprägten Interesse verwendet werden kann. Ein vielseitig ausgeprägtes Interesse soll weiter zu einem gefestigten Charakter führen. Die bereits bei Herbart (1982) beschriebene Forderung eines vielseitigen Interesses greift Klafki (1998) in seiner Forderung auf, dass „Interessen- und Fähigkeitsbildung keinem jungen Menschen vorenthalten werden darf“ (Klafki, 1998, S. 248), weiter müsse es aber auch im schulischen Curriculum die Möglichkeit zu einer individuellen Schwerpunktsetzung geben (Klafki, 1998, S. 248). Klafki fordert demnach nicht, dass Schule bei Lernenden universelle Interessenprofile ausbildet, sondern, dass Unterricht durch curriculare und didaktische Entscheidungen Raum für eine vielseitige Interessenentwicklung gibt, die im Anschluss in Form von wählbaren Kursen oder Projekten sich persönlich akzentuieren kann (Klafki, 1998, S. 248).

Nach Rabe (2025) könnte die Findung eines eigenen Interessenprofils in Bezug auf die Bildungsgangforschung eine Entwicklungsaufgabe für Schülerinnen und Schüler sein, welche sich allerdings mit anderen Entwicklungsaufgaben (z. B. Berufsvorbereitung) überschneiden würde. Aus dieser Überlegung heraus könnte ein legitimes Ziel von Bildungsangeboten sein, verschiedene Interessengegenstände anzubieten, die die Schülerinnen und Schüler erkunden und davon ausgehend zu einigen dieser Interessengegenständen ein individuelles Interesse entwickeln. Im Sinne der Bildung eines Interessenprofils wäre dann neben dem Ziel herauszufinden, was einen interessiert, auch ein Ziel herauszufinden, was einen persönlich *nicht* interessiert.

1.2.2 Interesse aus Perspektive pädagogisch-psychologischer Zugänge

Während die allgemeine Bildungstheorie den Begriff „Interesse“ oft vage lässt, bieten pädagogisch-psychologische Ansätze eine präzisere Definition, Interesse als „eine besondere Qualität der Beziehung von Menschen (Subjekten) zu bestimmten Sachverhalten (Gegenständen)“ zu beschreiben (H. Schiefele, 1986, S. 156). Dabei wird Interesse sowohl als Ziel, als auch als Voraussetzung von gelungenen Lernprozessen charakterisiert und bezieht sich dabei zusätzlich auf das bereits vorgestellte Bildungsideal von Herbart (1982) als Ausprägung eines vielseitigen Interesses und der gleichschwebenden Vielseitigkeit des Erkenntnisses (H. Schiefele, 1986, S. 154). Im schulischen Kontext stellt man oft fest, dass die Interessengegenstände, die den Schülerinnen und Schülern in der Schule präsentiert werden, vielen Lernenden oft gleichgültig sind (Prenzel et al., 1986; H. Schiefele, 1986). „Bei der Fülle begegnender Sachverhalte sind die gleichgültigen immer zahlreicher als die interessanten. Man kann sich nicht für alles interessieren“ (H. Schiefele, 1986, S. 157).

Dabei wird Interesse als ein Teil der Persönlichkeitsentwicklung und Identitätsbildung einer Person verstanden (Prenzel et al., 1986; H. Schiefele, 1986), ohne den Bezug auf schulische Leistung und deren Zusammenhänge zum Interesse. Jedoch wird in den darauffolgenden Jahren die Vorhersage von schulischen Leistungen als ein wichtiges Forschungsgebiet der pädagogischen Psychologie beschrieben, bei dem Interesse eine herausgehobene Position als Prädiktor einnimmt (Krapp, 1992a, 1998; U. Schiefele et al., 1993).

1.2.3 Interesse aus Perspektive der Physikdidaktik

Die Physikdidaktik nimmt eine zentrale Rolle in der Frage ein, wie naturwissenschaftlicher Unterricht gestaltet werden kann, um nicht nur Wissen zu vermitteln, sondern auch den Interessen der Lernenden Rechnung zu tragen, diese zu wecken und zu entwickeln. Für die Betrachtung der Perspektive der Physikdidaktik können wie bei Rabe (2025) exemplarisch physikdidaktische Grundlagenliteratur herangezogen werden, die teils unterschiedliche Perspektiven auf diesen Bildungsaspekt hervorheben. Während explizite Hinweise auf die Entwicklung von Interesse in älteren didaktischen An-

sätzen möglicherweise weniger präsent sind, zeichnet sich in jüngeren Publikationen ein Trend zu einer klareren Fokussierung auf die Rolle der Persönlichkeitsentwicklung, einschließlich der Entwicklung von Interessen, ab.

Im Buch „Fachdidaktik Physik“ (Bleichroth et al., 1999) wird als ein Ziel von Physikunterricht zwar nicht konkret Interesse genannt, jedoch wird als eine Legitimation von Physikunterricht in Bezug auf das Individuum als Beispiel „Physikunterricht ist für die Entwicklung einer Persönlichkeit nötig.“ (Jung, 1999, S. 39) angeführt. Da die Entwicklung von Interessen als ein Teil der Persönlichkeitsentwicklung, wie in Kapitel 1.1 und 1.2.1 bereits erläutert, angenommen werden kann, kann diese auch aus Sicht der Physikdidaktik hier verortet werden. Im Buch „Physikdidaktik – Grundlagen“ (Kircher et al., 2020) bzw. analog in der Vorauskgabe „Physikdidaktik – Theorie und Praxis“ (Kircher et al., 2015) werden ebenfalls Argumente zur Legitimation von Physikunterricht angeführt, jedoch wird hier nicht wie zuvor explizit die Persönlichkeitsentwicklung genannt, sondern Interesse lediglich als eine „erstrebenswerte Einstellung“ (Kircher et al., 2020, S. 96) benannt. Im Gegensatz zu den unterschiedlichen Auflagen des Buches „Physikdidaktik“ aus den Jahren 2015 und 2020 zeigt sich bei der Neuauflage des Buches „Physikdidaktik kompakt“ (Hopf et al., 2022) eine leichte Verlagerung der Ziele des Physikunterrichts und stellt Bildung als Teil der Persönlichkeitsentwicklung in den Fokus (Hopf et al., 2022, S. 19). In Tabelle 1 sind dazu in Auszügen die Veränderungen in Bezug auf Interesse als Bildungsziel von Physikunterricht gegenübergestellt.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Aussagen zu Interesse als Bildungsziel im Physikunterricht unterschiedlicher Ausgaben des Buches „Physikdidaktik kompakt“.

Physikdidaktik kompakt, 4. Auflage (Wiesner et al., 2018)	Physikdidaktik kompakt, 1. vollständig neu bearbeitete Auflage 2022 (Hopf et al., 2022)
„Es wird als Notwendigkeit angesehen, durch die schulische Ausbildung eine positive Grundhaltung gegenüber den Naturwissenschaften zu entwickeln bzw. zu erhalten. Vor diesem Hintergrund sind Initiativen aus der Wirtschaft zu interpretieren, die das Interesse an den naturwissenschaftlichen Fächern steigern sollen.“ (Wiesner et al., 2018, S. 19)	„Die Schule soll darüber hinaus eine positive Grundhaltung und Interesse gegenüber den Naturwissenschaften fördern bzw. erhalten.“ (Hopf et al., 2022, S. 18). <i>(Der zweite Satz zu den Interessen der Wirtschaft wurde ersatzlos gestrichen.)</i>
„Ihnen [den Lernenden] wird damit die Möglichkeit eröffnet, durch die Beschäftigung mit Physik persönliche Interessen	<i>In der Überarbeitung so übernommen</i> (Hopf et al., 2022, S. 18).

und Fähigkeiten zu entwickeln und im Freizeitbereich oder in Arbeitsgemeinschaften zu vertiefen. Naturwissenschaftliche Bildung trägt zur Entwicklung begründeter persönlicher Positionen zu technisch-naturwissenschaftlichen Fragestellungen bei.“ (Wiesner et al., 2018, S. 19–20)

Nicht vorhanden.

„Bildung als Persönlichkeitsentwicklung, mit der Eröffnung der Option, im physikalischen Modus der Welterschließung einen wesentlichen Teil der eigenen Identität - d. h. des Selbst- und Weltverständnisses -, herauszubilden, auch als späteres Studien- und Berufsfeld.“ (Hopf et al., 2022, S. 19)

Bei Betrachtung der beiden Ausgaben fällt auf, dass dem Ziel des Physikunterrichts zur Persönlichkeitsentwicklung in der überarbeiteten Fassung eine höhere Wichtigkeit eingeräumt wird als in der vierten Auflage. Die Aussage zu interessenfördernder Initiativen der Wirtschaft wird dagegen in der überarbeiteten Fassung ersatzlos gestrichen und scheint daher weniger relevant als die Aufgabe der Persönlichkeitsentwicklung im Physikunterricht (Hopf et al., 2022; Wiesner et al., 2018). Dieser Gedanke ist jedoch nicht neu, wurde Persönlichkeitsentwicklung bereits bei Jung (1999) als Bildungsziel genannt und sich in der überarbeiteten Fassung auch explizit auf diese Ausgabe bezogen. In der aktuellen Physikdidaktik-Community werden daher in Bezug auf Hopf et al. (2022) zwei Begründungslinien für den Einbezug und die Relevanz von Interesse im Physikunterricht deutlich:

1.) Bedarfsargumente der Gesellschaft

- Zielen ab auf politische und ökonomische Teilhabe und fordern einerseits mündige Bürger und sehen naturwissenschaftliche Bildung als eine Art Rohstoff der Gesellschaft (Hopf et al., 2022; Jung, 1999)
- Hier lässt sich insbesondere eine „scientific literacy“ (Laugksch, 2000) verorten, welche eine positive Grundhaltung gegenüber Physik und Naturwissenschaften allgemein fordert (Hopf et al., 2022, S. 18)

2.) Bedürfnisargumente des Individuums

- Zielen ab auf eine Entwicklung der Persönlichkeit des Individuums (Hopf et al., 2022; Jung, 1999)
- Hier lassen sich die in Kapitel 1.2.1 beschriebenen bildungstheoretischen Zugänge der Allgemeinbildung ebenfalls verorten

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Physikunterricht in der physikdidaktischen Literatur zunehmend nicht nur als Mittel zur Wissensvermittlung, sondern auch als bedeutender Faktor für die Persönlichkeitsentwicklung und Interessensförderung betrachtet wird. Diese Tendenz unterstreicht die Relevanz von Interesse als Bildungsziel und verdeutlicht die zweifache Begründungslinie, die sowohl gesellschaftliche als auch individuelle Bedürfnisse adressiert.

1.3 Zusammenführung dieser Perspektiven in Bezug auf diese Arbeit

Zum Abschluss dieses einleitenden Kapitels sollen die in Kapitel 1.2 vorgestellten Perspektiven im Hinblick auf Physik und Physikunterricht zusammengeführt werden und damit als Rahmung dieser Arbeit dienen. Es lassen sich bei Betrachtung aller drei Perspektiven kurzgefasst drei Argumentationslinien feststellen:

Als Erstes gilt Interesse als Bedingungsvariable für erfolgreiches Lernen und es werden positive Zusammenhänge zu schulischer Leistung hergestellt. Als Zweites gilt ein Interesse, insbesondere an Physik und naturwissenschaftlichen Themen im Allgemeinen, als Notwendigkeit für Bürgerinnen und Bürger in einer modernen Gesellschaft, um begründet Entscheidungen treffen und nachvollziehen zu können. Als dritte Argumentationslinie lässt sich Interesse als Teil der Entwicklung der individuellen Persönlichkeit des Individuums verstehen. Diese Linie wird in den Perspektiven unterschiedlich stark abgehandelt, kann jedoch möglicherweise als Grundlage für die beiden Vorherigen angesehen werden. Unterricht sollte demnach Gelegenheiten bilden, in denen unterschiedliche Interessenprofile ausgebildet werden können.

Im Hinblick auf Physikunterricht sollte sich demnach für jeden Schüler und jede Schülerin die Möglichkeit bieten, sich aktiv mit physikalischen Inhalten auseinanderzusetzen, damit sich individuelle Interessenprofile bilden können. Dies bedeutet jedoch nicht im Umkehrschluss, dass jeder und jede im Anschluss an den Besuch von Physikunterricht ein hohes Interesse an Physik hat. Nach der bereits kurz beleuchteten Person-Gegenstands-Theorie des Interesses ist jedoch eine Interaktion einer Person mit einem Gegenstand notwendig, um Interesse überhaupt entwickeln zu können. Daher erscheint es neben einer Kenntnis von geeigneten Interessensgegenständen im Physikunterricht genauso wichtig, Informationen über die Charakteristiken und Merkmale der Personen zu haben. Daher soll in dieser Arbeit der Blick auf Personen und deren Merkmale neben Gender erweitert werden und die zwei Personenmerkmale

„Neigung zu einer empathisierenden Denkweise“ und „Neigung zu einer systematisierenden Denkweise“ in die Analysen miteinbezogen werden.

Ziel ist es, über unterschiedliche Studien herauszufinden, welchen Beitrag diese Merkmale als Ergänzung zu Gender für das Verständnis von Interesse an Physikunterricht leisten kann. Aus einer genaueren Kenntnis des Merkmals bei Schülerinnen und Schülern lassen sich in weiterführenden Arbeiten gegebenenfalls konkrete Umsetzungsmöglichkeiten im Unterricht ableiten, die sich dann auf den Gegenstand des Interesses beziehen. Durch eine Kenntnis dieser Merkmale und ihrer Zusammenhänge mit dem Interesse an Physik soll perspektivisch allen Schülerinnen und Schülern eine Partizipation an Physikunterricht ermöglicht werden, sodass allen zumindest eine Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten und eine damit verbundene Ausbildung von Interessenprofilen möglich ist.

2 Theoretischer Hintergrund

Im Folgenden werden zunächst aus theoretischer Perspektive die zentralen Konstrukte (Interesse, Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise, Neigung zu systematisierender Denkweise, Kurswahl) geklärt, bevor in Kapitel 3 die Klärung des empirischen Hintergrunds erfolgt.

2.1 Interesse

Nach der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses (engl. „Person-Object Theory of Interest“, POI) wird Interesse definiert als eine Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand (Krapp, 1992b; Krapp & Prenzel, 2011; Prenzel et al., 1986). Als Gegenstände werden dabei nicht nur realweltliche und damit konkrete Objekte verstanden, sondern auch abstrakte Ideen oder Tätigkeiten (Krapp, 1992b; Krapp & Prenzel, 2011). Im Bereich der Schule können demnach auch zum Beispiel Inhalte, Wissensgebiete und Tätigkeiten Gegenstände sein (Krapp, 1992b, 2002) und auch einzelne Unterrichtsfächer können als Gegenstand des Interesses fungieren. Eine häufig genutzte Unterscheidung, die auch der IPN-Interessenstudie (Hoffmann et al., 1998) zugrunde liegt, differenziert zwischen dem Interesse, das Schülerinnen und Schüler für ein bestimmtes Schulfach, wie beispielsweise Physik, aufbringen (Fachinteresse), und dem Interesse an konkreten physikalischen oder technischen Themen (Sachinteresse), das sowohl innerhalb als auch außerhalb der Schule zum Ausdruck kommen kann (Häußler et al., 1980; Hoffmann et al., 1998).

Betrachtet man nun die Beziehung zwischen der Person und dem Gegenstand genauer, so lässt sich diese sowohl durch kognitive als auch durch affektive Merkmale beschreiben (Hidi et al., 2004). Dabei besitzt die Person-Gegenstands-Beziehung neben einer epistemischen Tendenz, bei der es sich nach Krapp (1999, S. 398) um eine „mehr oder weniger explizit auf die Erweiterung des Wissens bzw. Verbesserung des „Könnens“ in einem bestimmten Gegenstandsbereich“ gerichtete Auseinandersetzung handelt, auch emotionale und wertbezogene Aspekte (Krapp, 1992a, 1999). Wobei die beiden letztgenannten „zu den zentralen Aspekten des Interessenkonstrukts zu rechnen sind“ (Krapp, 1999, S. 398) und daher im Folgenden genauer beschrieben werden.

Als emotionale Komponente wird beschrieben, dass Interesse überwiegend mit „positiven Gefühlen und Erlebensqualitäten verbunden ist“ (Krapp, 1999, S. 398). Dies geht damit einher, dass keine Angst oder Zwänge vorliegen und die Auseinandersetzung mit dem Interessengegenstand mit Freude und Kompetenzerleben verbunden ist (Krapp, 1999, S. 398). In Anlehnung an Pekrun (1988) werden diese positiven emotionalen Assoziationen als „gefühlsbetonte Valenzen“ des Interesses bezeichnet

(Krapp, 1999, S. 398). Dieser Zustand kann zum Beispiel in das Erleben eines Flows übergehen (Csikszentmihalyi, 1985) und auch psychologische Grundbedürfnisse (Deci & Ryan, 1993, 2002) befriedigen (Krapp, 1999).

Als wertbezogene Komponente wird beschrieben, dass der Interessengegenstand eine „herausgehobene subjektive Bedeutung“ (Krapp, 1999, S. 399) hat. Im Gegensatz zur bereits beschriebenen emotionalen Komponente, können Personen leichter Auskunft über die wertbezogene Komponente geben (Krapp, 1999). Wichtig ist hier jedoch anzumerken, dass die Wertkomponente nicht mit einer Bewertung, also einer sozialen Einstellung gleichzusetzen ist, denn eine Person kann gegenüber eines Sachverhaltes eine klar negative Einstellung haben, sich aber dennoch für eine Auseinandersetzung mit dem Thema interessieren (Krapp, 1999, S. 399).

Das Interessenkonstrukt kann weiter in zwei Interessensarten unterschieden werden: einerseits dem individuellen Interesse, welches eine stabile Person-Gegenstands-Beziehung beschreibt (Krapp, 1992a, 1992b; Prenzel et al., 1986) und andererseits dem situationalem Interesse, welches eine zeit- und situationsspezifische Person-Gegenstands-Beziehung beschreibt, die aus der Interessantheit der Lernumgebung resultiert (Knogler et al., 2015; Krapp, 1992a, 1992b). Dabei handelt es sich bei beiden Interessenarten nicht um abgeschlossene und eindeutig trennbare Konzepte (Krapp, 1992a, S. 750), sondern um Komponenten des Interessenkonstrukts, die in der in Abbildung 1 gezeigten Relation zueinanderstehen. Diese Struktur verbindet dabei dispositionale Merkmale eines Individuums, in Form von individuellen Interessen, mit den Merkmalen der Lernumgebung beziehungsweise des Lerngegenstandes, in Form der Interessantheit, zum aktuellen psychischen Zustand einer Per-

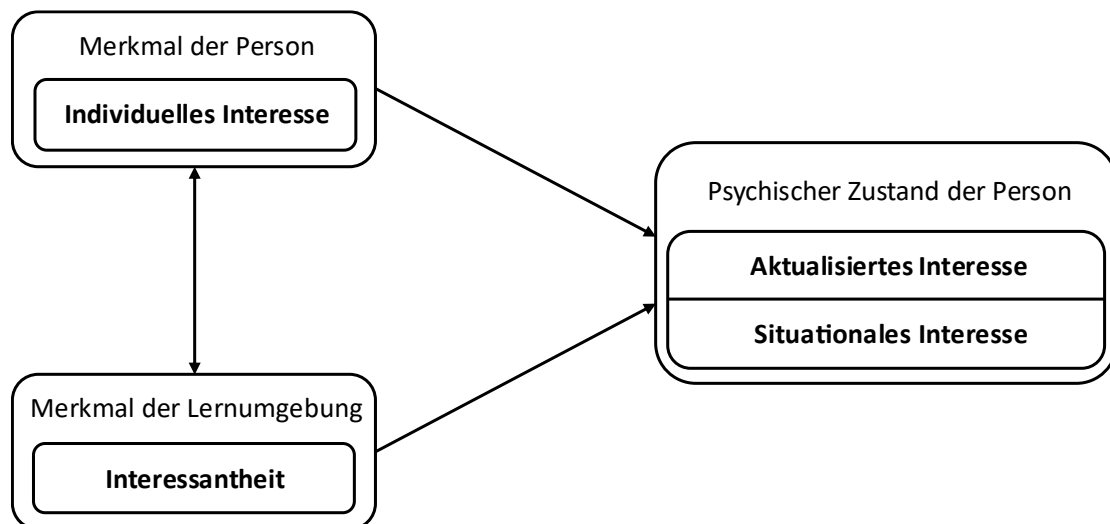


Abbildung 1: Die relationale Struktur der Bedeutungsvarianten des Interessenkonstrukts nach Krapp (1992a, S. 750).

son während einer Interessenhandlung (Krapp, 1992a). Dieser psychische Zustand der Person setzt sich dabei aus dem situationalem Interesse und dem aktualisierten Interesse zusammen (Krapp, 1992a). Dabei beschreibt das situationale Interesse die Form des Interesses, bei denen die Anreizbedingungen in der Interessantheit des Gegenstandes bzw. der Lernumgebung selbst liegen und demnach extern sind. Das aktualisierte Interesse bezeichnet die Form des Interesses, bei der die Ursache der Interessenhandlung aus dem individuellen Interesse der Person resultiert, demnach intern ist (Krapp, 1992a, S. 750–751).

2.1.1 Interessenentwicklung

Aus dem extern geweckten situationalem Interesse kann sich unter bestimmten Umständen auch individuelles Interesse entwickeln. Zur Beschreibung der Entwicklung von Interesse in Bezug auf Lehr-Lern-Prozesse kann das Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung von Hidi und Renninger (2006) herangezogen werden (siehe Abbildung 2). Die vier Phasen sind aufeinander aufbauend und lassen sich in zwei Phasen des situationalen Interesses und zwei Phasen des individuellen Interesses unterteilen. Die erste Phase „ausgelöstes situationales Interesse“ beschreibt eine kurzfristige Änderung von emotionalen und kognitiven Prozessen, die durch äußere Reize ausgelöst wurden. Diese Reize können zum Beispiel überraschende Informationen oder auch eine persönliche Relevanz des Themas sein, die typischerweise von externer Natur sind (Hidi & Renninger, 2006, S. 114). In Anlehnung an Mitchell (1993) kann diese Phase auch als „catch“-Phase bezeichnet werden. An diese erste Phase schließt sich eine Phase, in der das zuvor ausgelöste Interesse aufrechterhalten wird, in Anlehnung an Mitchell (1993) auch als „hold“-Phase bezeichnet. Die Aufmerksamkeit für ein bestimmtes Thema bleibt über einen Zeitraum hinweg bestehen zum Beispiel durch eine sinnvolle Aufgabe wie Projektarbeiten oder auch kooperative Gruppenarbeiten zu dem Thema oder eine persönliche Eingebundenheit. Das aufrechterhaltene situationale Interesse kann dabei möglicherweise ein Vorläufer für die Entwicklung einer Neigung sein, sich über die Zeit hinweg immer wieder mit einem bestimmten Thema zu beschäftigen, wie es bei stärker ausgeprägten Formen von Interesse der Fall ist, muss es aber nicht. Wie bereits in Phase 1, wird die Aufrechterhaltung des situationalen Interesses typischerweise, aber nicht ausschließlich durch externe Faktoren hervorgerufen (Hidi & Renninger, 2006, S. 114). Der Übergang vom situationalen Interesse zum individuellen Interesse wird in Phase 3 beschrieben. Das „wachsende individuelle Interesse“ beschreibt dabei die Anfangsphasen eines relativ dauerhaften psychologischen Zustands, in dem sich Lernende über die Zeit hinweg wiederholt mit einem Thema beschäftigen. Diese Phase zeichnet sich durch positive Emotionen, die Speicherung von Wissen und Wertvorstellungen sowie das Aufkommen spezifischer Fragen zum Thema aus. Solch ein Interesse wächst meistens aus eigenem Antrieb, benötigt aber zum Teil externe Unterstützung, zum Beispiel durch

Vorbilder oder Fachleuten, um die Auseinandersetzung mit dem Thema weiter zu vertiefen. Diese weitere Vertiefung kann für die Lernenden mit einer Anstrengung verbunden sein, fühlt sich für diese aber mühelos an (Hidi & Renninger, 2006, S. 114–115). Phase 4 beschreibt „entwickeltes individuelles Interesse“, einen Zustand, in dem sich eine Person langfristig und tiefgründig mit einem Thema auseinandersetzt.

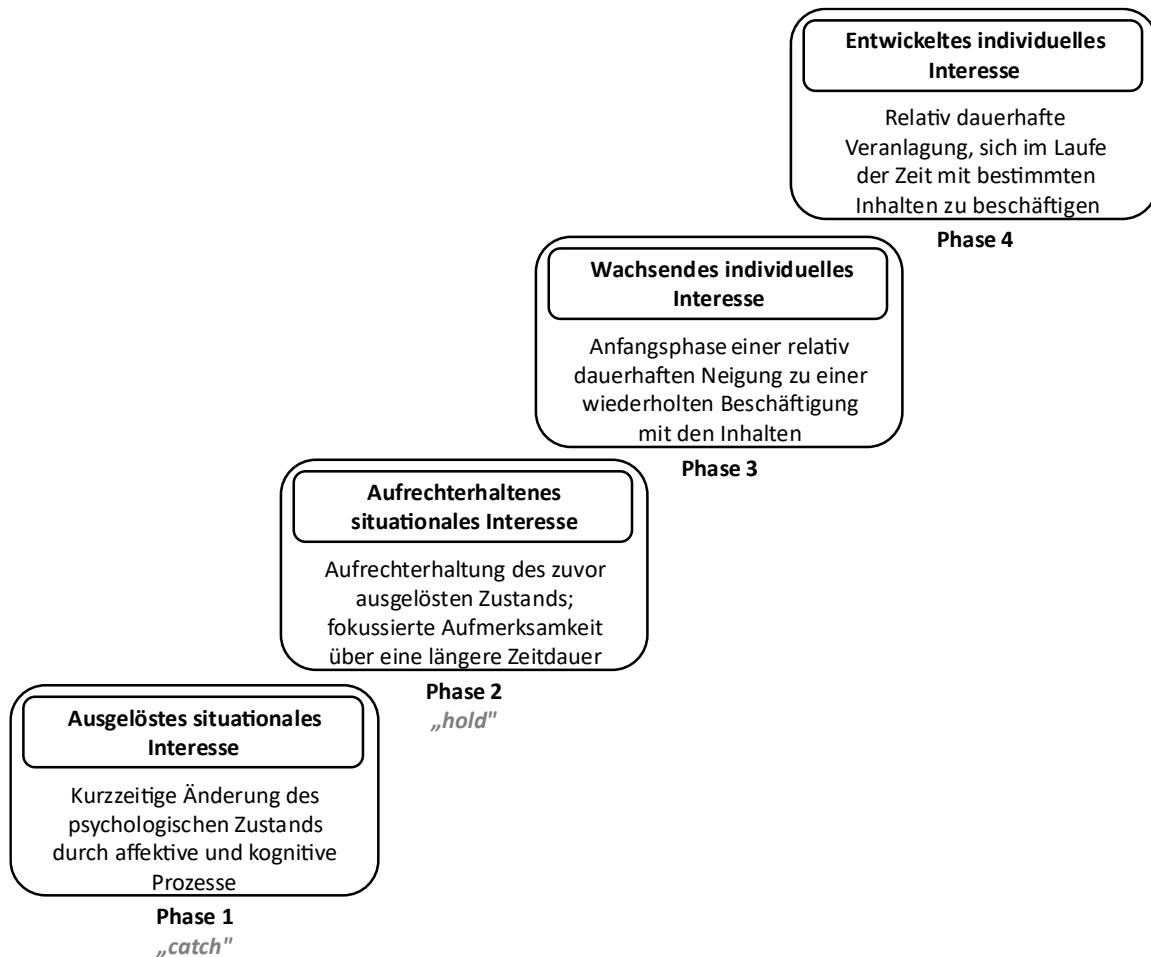


Abbildung 2: Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung nach Hidi und Renninger (2006).

Dieses gut entwickelte individuelle Interesse zeichnet sich durch positive Gefühle und einen hohen Wert gegenüber den Themen, im Vergleich zu anderen Themen, aus und beinhaltet auch das sich entwickelnde individuelle Interesse. Die Person entwickelt selbst neue Fragen zu einem Thema und sucht selbstständig nach Antworten für diese. Anstrengungen in Bezug auf dieses Thema fühlen sich mühelos an und die Person ist in der Lage, langfristige konstruktive und konstruktive Bestrebungen zu initiieren. Diese Form des Interesses ist typischerweise selbstgeneriert, kann jedoch von externer Unterstützung, wie zum Beispiel Vorbildern oder Fachleuten, profitieren (Hidi & Renninger, 2006, S. 115). Die Entwicklung von Interesse in Lehr-Lern-Prozessen verläuft nach diesen vier unterscheidbaren und aufeinanderfolgenden Phasen,

die eine schrittweise und anhaltende Steigerung darstellen, ab (Hidi & Renninger, 2006). Die Dauer jeder Phase ist dabei nicht festgelegt und kann individuell unterschiedlich sein. Um das Interesse zu fördern, sollten Maßnahmen ergriffen werden, die den spezifischen Anforderungen jeder Phase gerecht werden. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die Interessenentwicklung stagniert oder das (situationale) Interesse schwindet. Es ist demnach kein automatisierter Prozess, welcher nach einer Initiierung eigenständig läuft, sondern die Entwicklung von Interesse bedarf eines längeren Prozesses (Hidi & Renninger, 2006).

2.1.2 Interesse in Abgrenzung zu Motivation

Im alltäglichen Sprachgebrauch werden die Begriffe „Interesse“ und „Motivation“ häufig synonym verwendet. Ein grundlegender Unterschied liegt allerdings darin, dass Interesse immer notwendigerweise einen Gegenstandsbezug aufweist, was bei den meisten Theorien zur Motivation nicht der Fall ist (Renninger & Hidi, 2011; U. Schiefele, 1991, 2009). Motivation kann nach Rheinberg und Vollmeyer (2018, S. 17) als „aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzuges auf einen positiv bewerteten Zielzustand bzw. auf das Vermeiden eines negativ bewerteten Zustandes“ beschrieben werden und weist damit keinen konkreten Bezug auf einen Gegenstand auf und kann eher als eine Abstraktion verstanden werden (Rheinberg & Vollmeyer, 2018, S. 16). Die Beziehung zwischen Interesse und Motivation wird von Renninger und Hidi (2016, S. 71) wie folgt beschrieben: „Interest is always motivating and engaging; the presence of a developing interest ensures that motivation and engagement are meaningful. However, the presence of motivation and/or engagement does not necessarily indicate that a person has interest, or that engagement is meaningful“. Demnach führt Interesse an einem Gegenstand zu einer motivierten Beschäftigung mit diesem, aber umgekehrt ist diese nicht zwingend notwendig. Es ist zwar eine Nähe insbesondere zu intrinsischer Motivation vorhanden (U. Schiefele, 1991), hierbei handelt es sich jedoch um zwei trennbare Konstrukte.

2.1.3 Interesse in Bezug zu weiteren für Lehr-Lern-Prozesse relevante Konstrukte

In Bezug auf Lehr-Lern-Prozesse wird dem Interesse eine zentrale Rolle zugeschrieben. U. Schiefele (1991) nennt Interesse als Grundlage für die Performanz von Lernleistungen und Krapp (1992b, S. 317) beschreibt Interesse als Möglichkeit „zu erklären, wie Leistungsunterschiede zustande kommen“. Interesse beeinflusst, wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben, nicht nur Motivation und Engagement, sondern auch das erworbene Wissen (Hidi & Renninger, 2006). Ein stark ausgeprägtes Interesse an einem Thema kann die kognitive Verarbeitung erleichtern, indem es die Aufmerksamkeit erhöht und das tiefere Verständnis des Inhalts fördert. Dies wird durch Studien unterstützt, die zeigen, dass interessierte Lernende dazu neigen, effektive Lernstrategien zu verwenden und dadurch bessere Lernergebnisse zu erzielen (Krapp, 1992a; Krapp & Prenzel, 1992; U. Schiefele et al., 1993). Zusätzlich zu Leistung werden Be-

züge zwischen Interesse und Identität (Bandura, 1997; Regan & DeWitt, 2015 zitiert nach Rabe & Krey, 2018, S. 203), Selbstwirksamkeit (Hidi et al., 2022; Renninger & Su, 2012), Selbstkonzept (van der Westhuizen et al., 2023) und vermittelt über die Erwartungs-mal-Wert-Theorie (Eccles & Wigfield, 2002) beschrieben.

2.1.4 Indifferenz, Nicht-Interesse, Desinteresse und Abneigung

In den vorherigen Kapiteln wurde das Konstrukt „Interesse“ näher erläutert und die Bezüge zu für Lehr-Lern-Prozesse relevante Konstrukte diskutiert. Dabei wurde implizit das Interesse als eine positive Beziehung zwischen Person und einem Gegenstand dargestellt. Es gibt aber auch den Vorschlag, in diese Rahmenkonzeption die Begriffe „Indifferenz“, „Nicht-Interesse“, „Desinteresse“ und „Abneigung“ miteinzubeziehen, um somit das gesamte Interesse-Spektrum abzudecken (siehe Abbildung 3; Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003; Upmeier zu Belzen et al., 2002; Vogt, 2007). Bei dem Spektrum handelt es sich um verschiedene Arten von Interesse, jedoch um kein Kontinuum (Vogt, 2007, S. 14).

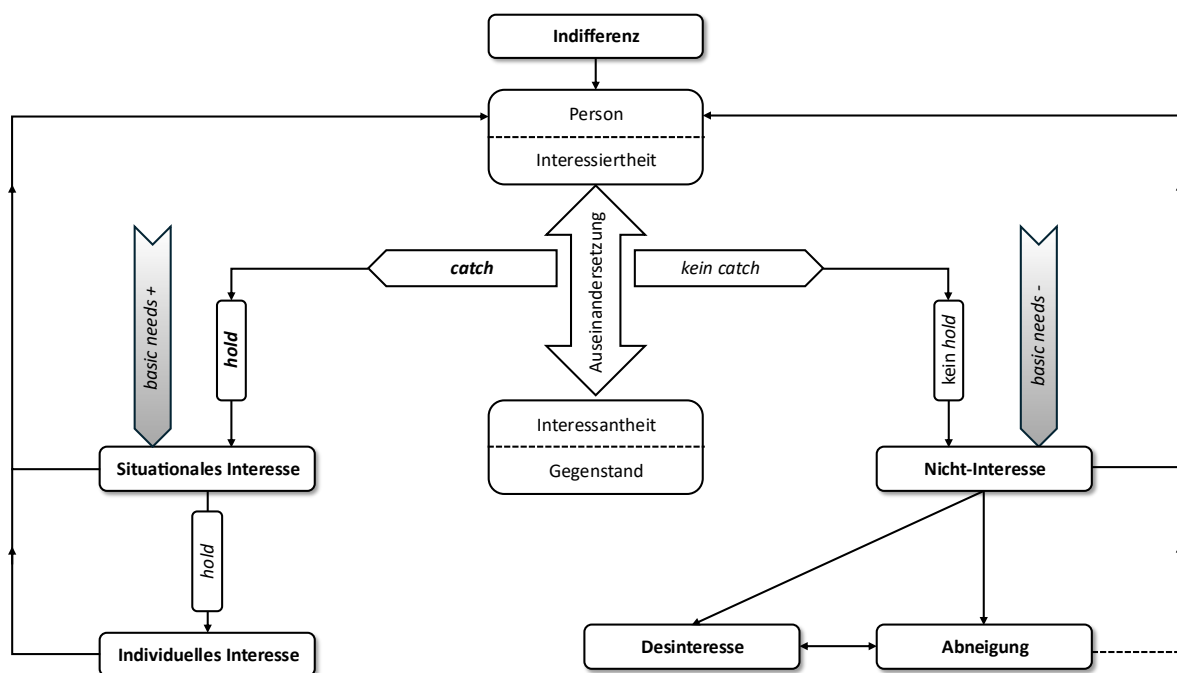


Abbildung 3: Relationales Zusammenhangsmodell des Interessen- und Nicht-Interessenkonstruktes nach Vogt (2007, S. 11).

Indifferenz bezeichnet dabei die neutrale Ausgangshaltung, in der noch kein Kontakt zum Gegenstand und somit noch keine Person-Gegenstands-Beziehung besteht (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003, S. 21). Die Entscheidung zu einer Auseinandersetzung mit einem (Unterrichts-)Gegenstand und damit dem Eingehen einer Person-Gegenstands-Beziehung verläuft dabei im schulischen Kontext meist fremdgeleitet (Up-

meier zu Belzen & Vogt, 2003, S. 21). Der Ausgang dieser ersten Person-Gegenstands-Auseinandersetzung ist entscheidend für die Art der Bereitschaft für eine weitere Auseinandersetzung mit dem Gegenstand im Unterricht (Vogt, 2007, S. 10). Kann durch die Person-Gegenstands-Auseinandersetzung erstes situationales Interesse entstehen („catch“, Hidi & Renninger, 2006; Mitchell, 1993), verläuft die Entwicklung von Interesse wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben. Entwickelt eine Person jedoch kein erstes situationales Interesse, so ist logischerweise auch kein „hold“ (Hidi & Renninger, 2006; Mitchell, 1993) möglich: Die Person entwickelt demnach Nicht-Interesse, welches sich in Desinteresse und Abneigung unterscheiden lässt (Upmeier zu Belzen et al., 2002; Vogt, 2007). Nicht-Interesse ist dabei, ebenso wie Interesse, „identitätsrelevant und damit situationsübergreifend“ (Hannover, 1998, zitiert nach Vogt, 2007, S. 13). Dabei kann Desinteresse als eine passive Ablehnung gegenüber einem Gegenstand beschrieben werden (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003; Vogt, 2007), bei der sich die Person dem Gegenstand gegenüber passiv verhält und sich aus eigenem Antrieb nicht mit diesem auseinandersetzt (Vogt, 2007, S. 14). Diese Form des Interesses kann auch als „Interesselosigkeit beziehungsweise Gleichgültigkeit“ (Vogt, 2007, S. 14) beschrieben werden und geht mit keiner besonderen Wertschätzung des Gegenstandes einher (Vogt, 2007). Eine Auseinandersetzung kommt nur durch externe Faktoren und temporär (z. B. im Unterricht) zustande und die Person entwickelt leicht negative Emotionen gegenüber dem Gegenstand (Vogt, 2007, S. 14). Kommt bei Desinteresse erst keine Person-Gegenstands-Beziehung zustande, so basiert Abneigung auf einer negativen Person-Gegenstands-Beziehung (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003; Vogt, 2007), die sich auf Grundlage von zuvor erfahrenen und negativ bewerteten Auseinandersetzungen mit einem Gegenstand gebildet hat (Vogt, 2007). Die Person meidet es dabei weiteres Wissen über den Gegenstand aufzunehmen (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003, S. 22) und versucht aktiv eine weitere Auseinandersetzung mit dem Gegenstand zu meiden (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003; Vogt, 2007). Dabei entwickelt die Person „ausgeprägt negative Gefühle“ (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003, S. 23) und der Gegenstand erfährt durch die Person eine „negative Wertschätzung“ (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003, S. 23). Desinteresse und Abneigung unterscheiden sich dabei im Grad des Bewusstseins beim Umgang mit dem Gegenstand. Während bei Desinteresse eine wenig reflektierte Gleichgültigkeit mit einer negativen Tendenz vorherrscht, herrscht im Falle der Abneigung eine bewusste Antipathie gegenüber dem Gegenstand vor (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2003, S. 23). In Abbildung 3 ist eine Übersicht der beschriebenen Zusammenhänge dargestellt.

2.2 Personenbezogene Merkmale im Allgemeinen

Im vorangegangenen Kapitel wurde das genutzte Interessenkonstrukt vorgestellt und theoretische Bezüge zu weiteren für Lehr-Lern-Prozesse relevante Konstrukte vorgestellt. Geht man einen Schritt zurück, so stellt sich die Frage, welche Merkmale einer

Person das Interesse beeinflussen. Dazu werden im Folgenden ausgewählte Merkmale vorgestellt, von denen aus theoretischer Perspektive ein Einfluss auf Interesse besteht. Ein Schwerpunkt wird dabei auf Gender und die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise gelegt, da es sich bei diesen Merkmalen um zentrale Merkmale der vorliegenden Arbeit handelt. Zusätzlich werden die Big Five als in der psychologischen Persönlichkeitsforschung meist genutztes Personenmerkmal (Rauthmann, 2022a) kurz vorgestellt. Bevor sich näher mit den Merkmalen beschäftigt wird, stellt sich jedoch die Frage, wie Personenmerkmale definiert sind. Wirft man hierzu einen Blick in die Persönlichkeitspsychologie, so ist eine häufig genutzte Definition die folgende:

„Personality is the dynamic organization within the individual of those psychophysical systems that determine his characteristic behavior and thought.“
(Allport, 1961, S. 28)

Demnach umfasst die Persönlichkeit eines Menschen die Gesamtheit seiner personenbezogenen Merkmale und hieraus können Aussagen über ein künftiges Verhalten einer Person abgeleitet werden (Hossiep, 2022). Man unterscheidet hierbei zwischen impliziten, dem Bewusstsein nicht zugänglichen und expliziten, dem Bewusstsein zugänglichen, personenbezogenen Merkmalen. Wobei letztere in der Persönlichkeitsforschung eine wichtigere Rolle einnehmen, da diese mit Selbstauskünften per Fragebogen oder Lebenslauf- und Beobachtungsdaten erfasst werden können (Hossiep, 2022). Ein zentrales Merkmal von Personenmerkmalen ist, dass sie „zeitlich relativ stabil“ (Asendorpf, 2022; Hossiep, 2022) sind. Dabei sind auch über das Kinder und Jugendalter hinaus durchaus leichte Veränderungen in Personenmerkmalen festzustellen, wie Längsschnittstudien zeigen (Asendorpf, 2022; Roberts & DelVecchio, 2000; Roberts et al., 2006). Bei solchen zeitlich relativ stabilen Merkmalen von Personen handelt es sich zum Beispiel um Intelligenz, Neugierde, die Big Five der Persönlichkeit, Selbstkonzept, Identität oder Werte (Laumann et al., 2025).

Ausgehend von dem vermeintlichen Konflikt zwischenzeitlich leichten Veränderungen in als stabil angenommenen Personenmerkmalen gab es vor allem im US-amerikanischen Raum die Debatte, ob Verhalten eher von stabilen Personenvariablen oder von Situationsvariablen vorhergesagt und erklärt werden kann (Rauthmann, 2022b). Die Debatte gilt allerdings heute als beendet (Fleeson & Nettle, 2008; Rauthmann, 2022b) und kam zu dem Ergebnis, dass „Personen [...] (gemäß ihrer Persönlichkeit) gewisse Situationen/Umwelten mental konstruieren, selektieren (aufsuchen vs. meiden), evozieren, verändern oder erschaffen [können]. Insofern sind Persönlichkeit und Situationen (a) nicht unkorreliert oder unabhängig voneinander, (b) komplex miteinander verwoben und (c) ähnlich stark an der Erklärung und Vorhersage von Verhalten beteiligt“ (Rauthmann, 2022b).

Wie bereits einleitend erwähnt, handelt es sich bei den Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise um weitere Personenmerkmale, die das Interesse an Physik aufklären könnten. Bislang finden sich jedoch keine Analysen, die das Merkmal gemeinsam mit Interesse an Physik in den Blick nehmen. Im Gegensatz zu Gender, was in vielen klassischen Studien zum Interesse als unabhängige Variable auftritt (z. B. Hoffmann et al., 1998; OECD, 2023; Sjøberg & Schreiner, 2019). Daher werden in den folgenden beiden Kapiteln die definitorischen Grundlagen für Gender sowie die Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise gelegt.

2.3 Gender/Geschlecht

Die Konzepte von biologischem Geschlecht (engl. „sex“) und sozialem Geschlecht (engl. „gender“) sind zentrale Elemente in der modernen Geschlechterforschung und haben in den letzten Jahrzehnten eine bedeutende Entwicklung durchlaufen. Das biologische Geschlecht bezieht sich auf die physiologischen und anatomischen Merkmale eines Individuums (European Institute for Gender Equality, 2016a). Es wird traditionell durch verschiedene Faktoren bestimmt, darunter die chromosomale Ausstattung, hormonelle Profile, sowie äußere und innere Geschlechtsorgane. Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass selbst das biologische Geschlecht nicht immer eindeutig binär ist. Intersexuelle Menschen weisen biologische Geschlechtsmerkmale auf, die nicht eindeutig als männlich oder weiblich kategorisiert werden können (European Institute for Gender Equality, 2016a).

Das soziale Geschlecht, im Folgenden als Gender bezeichnet, bezieht sich auf die gesellschaftlich und sozial konstruierten Aspekte von Geschlechtlichkeit. Es umfasst Geschlechtsidentität, soziale Geschlechterrollen und kulturell definierte Verhaltensweisen sowie Attribute (European Institute for Gender Equality, 2016b). Gender wird als ein soziales Konstrukt verstanden, das durch gesellschaftliche Normen, Erwartungen und Interaktionen geformt wird (European Institute for Gender Equality, 2016b). Im Gegensatz zum biologischen Geschlecht ist Gender nicht festgelegt und kann variieren. Die Geschlechterrollen können in verschiedenen Gesellschaften und auch innerhalb einer Gesellschaft stark variieren und sind wandelbar. Damit ist Gender insbesondere kontext- und zeitspezifisch, sowie, im Gegensatz zum biologischen Geschlecht, wandelbar.

Geht man der Frage nach, in welchem Verhältnis biologisches Geschlecht und Gender stehen, so ist das biologische Geschlecht nicht die Grundlage von Gender, sondern ein Teil davon (Smykalla, 2006). Zudem sind weder Geschlecht noch Gender so dichotom, wie es die in der Forschung gängigen Erhebungsinstrumente oft suggerieren (Lindqvist et al., 2021). In der vorliegenden Arbeit wird Geschlecht und dessen Ein-

flüsse in Form von „Gender“ erhoben und die Begriffe in dem hier vorgestellten Verständnis verwendet.

2.4 Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise

In Anlehnung an die Empathizing-Systemizing-Theorie (EST; Baron-Cohen, 2002, 2004b; Baron-Cohen, 2009; Baron-Cohen et al., 2002; Lindeman, 2020) finden sich in der Neigung zu einer empathisierenden Denkweise und der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise zwei Personenmerkmale, die wie folgt definiert werden:

„‘Empathising’ is the drive to identify another person’s emotions and thoughts, and to respond to these with an appropriate emotion. Empathising allows you to predict a person’s behaviour, and to care about how others feel. [...] ‘Systemising’ is the drive to analyse the variables in a system, to derive the underlying rules that govern the behaviour of a system. Systemising also refers to the drive to construct systems. Systemising allows you to predict the behaviour of a system, and to control it.“

(Baron-Cohen, 2002, S. 248)

Um die Ausprägung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise von Personen quantifizieren zu können, existieren Fragebögen, die per Selbsteinschätzung jeder Person einen Empathisierungs-Quotienten (EQ) sowie einen Systematisierungs-Quotienten (SQ) zuordnet. Da die beiden Neigungen oftmals gemeinsam gemessen und analysiert werden, sei angemerkt, dass jeder Mensch über beide Neigungen unabhängig voneinander verfügt, diese jedoch individuell unterschiedlich stark ausgeprägt sind (Baron-Cohen et al., 2002). Einige Literaturquellen zur EST betrachten zusätzlich die Ausprägung der beiden Neigungen in Relation zueinander und weisen jeder Person ausgehend davon einen sogenannten „Brain Type“ zu (z. B. Baron-Cohen, 2009; Wheelwright et al., 2006). Dabei erfolgt die Berechnung der Brain Types immer in Relation zur Stichprobe oder gegebenenfalls einer Referenzstichprobe mit sogenannten Perzentilgrenzen (z. B. Wheelwright et al., 2006). In dieser Arbeit wird jedoch auf die Berechnung von Brain Types verzichtet und die beiden Neigungen zu den jeweiligen Denkweisen als unabhängig voneinander definiert. Daher werden der EQ und SQ von Personen in dieser Studie separat berechnet und diesen Personen als jeweils eigenständiges Personenmerkmal zugeordnet (Baron-Cohen et al., 2002; Lindeman, 2020; Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016).

Dass es sich bei den Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise um potenziell bedeutsame Merkmale für pädagogische, didaktische und psychologische Analysen handelt, lässt sich unter anderem mit den typischen Merkmalen von MINT-Fächern ableiten. Laut Baron-Cohen (2002, S. 250) verlangen insbesondere die Fächer Mathematik, Physik und Technik eine ausgeprägte Neigung zu einer systematisierenden Denkweise („math, physics, and engineering. These all require high systemising“ Baron-Cohen, 2002, S. 250).

Unter Bezugnahme der obigen Definition lassen sich als Systeme Objekte beschreiben, bei denen eine systematisierende Denkweise hilfreich ist, um Vorhersagen zu treffen oder auch diese zu kontrollieren (Baron-Cohen, 2009). Es lassen sich hierzu unterschiedliche Arten von Systemen klassifizieren, zum Beispiel motorische Systeme, wie das Springen auf einem Trampolin, oder auch natürliche Systeme, wie Muster von Flutwellen. Hierbei handelt es sich jeweils um Prozesse mit vielfältigen voneinander abhängigen Einflussgrößen (Baron-Cohen, 2009). Für das Verständnis solcher Systeme sind oftmals das Schlussfolgern mit logischen „Wenn-Dann“-Beziehungen erforderlich, die sich auch in den bundesweit einheitlichen Bildungsstandards sowohl für Mathematik als auch für Physik wiederfinden (Kultusministerkonferenz, 2012, 2020), weshalb diese Fächer als systematisierend bezeichnet werden können (Zeyer, 2024). Treffen nun Schülerinnen und Schüler mit einer ausgeprägten Neigung zu einer systematisierenden Denkweise auf Disziplinen mit systematisierenden Eigenschaften, so kann sich ein Gefühl der Zugehörigkeit (engl. „belonging“) einstellen (Allen et al., 2021). Dieses Gefühl der Zugehörigkeit hat wiederum Einfluss auf das Engagement der Lernenden, welches Emotionen, Kognition und Verhalten und somit auch Interesse umfasst (Kahu & Nelson, 2017). Dies ist zusammen Teil eines „educational interfaces“, also der Schnittmenge zwischen individuellen Merkmalen und Eigenschaften von Lernenden und den Aspekten von Bildungsangeboten (Kahu & Nelson, 2017).

Eine begriffliche Verwandtschaft herrscht zwischen dem Konzept „systemisches Denken“ (Forrester, 1990) und der in dieser Arbeit verwendeten Neigung zu einer systematisierenden Denkweise. Daher soll eine kurze theoretische und definitorische Abgrenzung der beiden Konstrukte erfolgen. Das systemische Denken, welchem in einigen naturwissenschaftlichen Studien Bedeutung zu kommt (z. B. Mehren et al., 2016; Rosenkränzer et al., 2016; Schecker, 2017), bezeichnet jedoch eine Fähigkeit von Personen, die mit zugehörigen Testinstrumenten erhoben wird (Fanta et al., 2017; Rosenkränzer et al., 2016). Mit dieser Definition des systemischen Denkens als Fähigkeit grenzt das Konstrukt sich von der Literatur zur EST ab. In der grundlegenden Literatur der systematisierenden (und empathisierenden) Denkweisen existieren zwar auch Beschreibungen dieser Denkweisen als „Fähigkeit“ (engl. „ability“), jedoch wird in der überwiegenden Literatur eine Definition und Beschreibung als Neigung (engl. „drive“, siehe auch vorheriges Zitat) vorgenommen und dient daher auch als Grundlage dieser Arbeit.

Eine weitere mögliche Nähe scheint zwischen den Konstrukten „People Orientation“ und „Thing Orientation“ (Graziano et al., 2011; Su et al., 2009; Woodcock et al., 2013) zu bestehen (Zeyer, 2024). Nach Zeyer (2024) lässt sich die Unterscheidung wie folgt beschreiben: Personen mit einer ausgeprägten Neigung zu einer empathisierenden Denkweise tendieren dazu, das Verhalten oder die Gedanken anderer nachzuvollzie-

hen. Im Gegensatz dazu zeigen Menschen mit einer starken „People Orientation“ ein grundsätzliches Interesse an anderen Personen, ohne dabei zwangsläufig deren Denkweisen nachzuvollziehen. Personen mit einer ausgeprägten Neigung zu einer systematisierenden Denkweise hingegen versuchen, das Verhalten von Systemen – sei es in Form von Naturphänomenen wie Flutwellen oder menschlichem Verhalten – durch analytische Strukturen vorherzusagen. In beiden Fällen spielt eine Verhaltensdimension eine Rolle, während Personen mit einer ausgeprägten „Thing Orientation“ primär eine generelle Affinität zu Dingen haben, die sich deutlich von ihrer Affinität an Menschen abgrenzt.

Zusätzlich zu möglicher Nähe zu anderen Konstrukten wie zuvor beschrieben, erfolgt die Studie zum Einbezug der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweisen im Bewusstsein und unter Kenntnis zahlreicher kritischer Aspekte der Empathizing-Systemizing-Theorie und ihrer verwandten Theorien (Extreme Male Brain Theory of Autism, Mind-Blindness Theory). Damit sind insbesondere die teilweise vereinfachenden (populärwissenschaftlichen) Darstellungen (Levy, 2004), die inhärenten Zuordnungen der Neigungen zu einer empathisierenden und einer systematisierenden Denkweise zum (biologischen) Geschlecht (Aday et al., 2023; Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016; Zeyer, 2018) sowie Erklärungsansätze von Autismus in Bezug auf neurologische und biologische Ursachen (Baron-Cohen, 2002; Baron-Cohen et al., 2005) gemeint.

Da naturwissenschaftlich-mathematischer Unterricht augenscheinlich eine hohe Zahl systematisierender Merkmale enthält, kann es daher lohnend sein, diese Merkmale einer Person in didaktischen und pädagogisch-psychologischen Studien miteinzubeziehen, um das Spektrum an Personenmerkmalen zu erweitern und das Interesse von Lernenden besser verstehen zu können (Zeyer, 2018, 2024).

2.5 Kurswahlen und Wahlentscheidungen

Wie im einleitenden Kapitel erwähnt, forderte bereits Klafki im schulischen Curriculum eine Möglichkeit zur individuellen Schwerpunktsetzung, sei es durch Projektarbeiten oder wählbare Kurse (Klafki, 1998, S. 248). Eine erste Wahlentscheidung existiert für Schülerinnen und Schüler (oder ihre Erziehungsberechtigten) beim Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe I (Kultusministerkonferenz, 2022) in der Wahl der Schule und Schulform. Daran schließen sich gegebenenfalls Wahlpflichtkurse in der fortschreitenden Sekundarstufe I an und später die Fokussierung auf Kurse und Bildungsziele beim Übergang in die Sekundarstufe II (Helsper & Kramer, 2007; Kultusministerkonferenz, 2022). Dabei wird in dieser Arbeit der Fokus auf den Übergang von der Sekundarstufe I zur Sekundarstufe II an Gymnasien und Gesamtschulen gelegt und insbesondere die Wahl (und damit implizit auch die Abwahl) von Kursen betrachtet. Abgesehen von zahlreichen Faktoren, die außerhalb der Lernenden liegen,

wie beispielsweise Sympathie für die Lehrkraft oder die Kurswahlen der Mitschülerinnen und Mitschüler (Eitemüller & Walpuski, 2018; Hülsmann, 2015), bietet die Kurswahl in der Sekundarstufe II den Schülerinnen und Schülern eine Gelegenheit zur aktiven Beteiligung durch das Setzen von Schwerpunkten. Dies ermöglicht es ihnen, sowohl im Einklang mit ihren eigenen Interessen und Chancen zu handeln als auch die weitere Bildungslaufbahn strategisch zu planen (Roeder & Gruehn, 1996). Abhängig vom jeweiligen Bundesland gibt es jedoch auch bestimmte Vorgaben zur Belegung von Fächern, die kontinuierlich besucht werden müssen oder nicht frei miteinander kombinierbar sind. Darüber hinaus müssen auch bestimmte Fachbereiche abgedeckt werden.

Nach Regan und DeWitt (2015) können zur Erklärung von Wahlverhalten, wie bei der Kurswahl in der Sekundarstufe II, unter anderem die folgenden theoretischen Modelle angewendet werden, die nachfolgend kurz erläutert werden:

- „Erwartung-mal-Wert-Modell“ (Eccles et al., 1983; Eccles & Wigfield, 2002)
- „Theory of Reasoned Action“ (Fishbein & Ajzen, 1975) bzw. „Theory of Planned Behavior“ (Ajzen, 1991)

Das Erwartung-mal-Wert-Modell basiert auf der Annahme, dass das Entscheidungsverhalten von Personen durch zwei zentrale Faktoren bestimmt wird: Einerseits durch die Erwartungen bezüglich des Erfolgs durch die Entscheidung (*expectation of success*) und andererseits der subjektive Wert, der dieser Entscheidung zugeschrieben wird (Eccles et al., 1983). Die subjektive Wertkomponente lässt sich dabei in vier Teilfacetten beschreiben (Eccles et al., 1983; Wigfield & Eccles, 1992):

- Der **Bedeutungswert (*Attainment Value*)** wird als die Relevanz beschrieben, die einer Aufgabe oder Situation zugemessen wird, sie erfolgreich zu bewältigen. Diese Facette ist eng mit der persönlichen Identität verknüpft, da sie berücksichtigt, inwiefern die Aufgabe oder Situation zur Bestätigung oder Widerlegung des eigenen Selbstbildes beiträgt.
- Der **intrinsische Wert (*Intrinsic Value*)** besteht in dem Interesse und der Freude, die eine Person empfindet. Eine Aufgabe oder Situation, die einen hohen intrinsischen Wert aufweist, motiviert die Person von innen heraus, sich mit ihr zu beschäftigen. Dieser Wert ist vergleichbar mit dem Konzept der intrinsischen Motivation (Deci & Ryan, 1993). Aufgaben und Situationen, die als intrinsisch wertvoll betrachtet werden, führen häufig zu positiven psychologischen Konsequenzen.
- Die **Nützlichkeit (*Utility Value*)** beschreibt, inwieweit die Bewältigung einer Situation oder Aufgabe mit zukünftigen (Karriere-)Zielen verbunden ist. Es

kann sein, dass eine Person eine Aufgabe verfolgt, weil sie notwendig für das Erreichen zukünftiger Ziele ist. Dabei ist dieser Wert nicht zwingend mit Interesse verbunden, denn die Entscheidung zur Bewältigung einer Situation oder Aufgabe kann auch hierbei extrinsisch erfolgen, sodass die Aufgabe beziehungsweise Situation nicht um ihrer selbst willen erledigt wird, sondern zur Erreichung eines gewünschten externen Ziels.

- Als **Kosten (Cost)** werden alle negativen Aspekte bezeichnet, die mit der Bewältigung einer Situation oder Aufgabe verbunden sind. Hierzu gehören einerseits erwartet emotionale Zustände (z. B. Leistungsangst, Angst vor Misserfolg) und andererseits der mit der Bewältigung der Aufgabe oder Situation verbundene Aufwand.

Nach dem Erwartung-mal-Wert-Modell würden sich Schülerinnen und Schüler wahrscheinlicher für Kurse entscheiden, in denen sie sowohl hohe Erfolgserwartungen als auch einen hohen subjektiven Wert wahrnehmen. Durch die Multiplikation („mal“) kann vermutet werden, dass selbst bei hohen Erfolgserwartungen ein Kurs möglicherweise nicht belegt wird, wenn der subjektive Wert gering ist und umgekehrt. Beide Faktoren interagieren demnach miteinander und modulieren hierdurch die Entscheidung (Regan & DeWitt, 2015).

Zur weiteren theoretischen Modellierung von Kurswahlen kann die „Theory of Reasoned Action“ beziehungsweise „Theory of Planned Behavior“ herangezogen werden (Ajzen, 1991; Fishbein & Ajzen, 1975; Regan & DeWitt, 2015). Laut der Theory of Reasoned Action ist die Absicht, ein bestimmtes Verhalten (in diesem Fall die Kurswahl in der Sekundarstufe II) auszuführen, der verlässlichste Indikator dafür, ob eine Person das Verhalten tatsächlich zeigt. Diese Absichten werden durch die individuellen Einstellungen und subjektiven Normen beeinflusst. Das bedeutet, je positiver eine Person ein bestimmtes Verhalten bewertet und je wichtiger sie es für das Umfeld, wie Freundinnen und Freunde, Familie oder die Gesellschaft, erachtet, desto wahrscheinlicher wird sie die Absicht haben, dieses Verhalten zu zeigen (Ajzen & Fishbein, 1980; Fishbein & Ajzen, 1975). Studien in Bezug auf diese Theorie zeigten, dass eine Verhaltensabsicht nicht immer tatsächlich zu einem Verhalten führt, weshalb Ajzen (1991) die Komponente der „wahrgenommenen Verhaltenskontrolle“ („perceived behavioral control“; Ajzen, 1991, S. 183) ergänzte und somit die „Theory of Planned Behavior“ entstand. Die wahrgenommene Verhaltenskontrolle bezeichnet das Ausmaß, in dem eine Person überzeugt ist, auch in der Lage zu sein, ein bestimmtes Verhalten auszuführen. Sie beinhaltet die Einschätzung der eigenen Fähigkeit zur Umsetzung dieses Verhaltens und ist somit spezifisch in Bezug auf das Verhalten oder das angestrebte Ziel. Laut der Theory of Planned Behavior neigen Menschen umso eher dazu, die Absicht zu entwickeln, bestimmte Verhaltensweisen auszuführen, je

stärker sie davon überzeugt sind, diese erfolgreich umsetzen zu können (Ajzen, 1991; Regan & DeWitt, 2015).

Zusammenfassend lässt sich in den Theorien erkennen, dass Interesse als ein indirekter Faktor zur Kurswahl in der Sekundarstufe II beitragen kann. Zudem nennen beide theoretischen Ansätze Hintergrundfaktoren wie Personenmerkmale, die verschiedene Überzeugungen beeinflussen. Diese wirken sich über Einstellungen, subjektive Normerwartungen und die wahrgenommene Verhaltenskontrolle zunächst auf die Intention eines bestimmten Verhaltens und schließlich auf das Verhalten selbst aus (Etheridge et al., 2023). Dabei werden Verbindungen zwischen spezifischen Personenmerkmalen und affektiven Faktoren, die zu den Hintergrundfaktoren gehören, sowie den Einstellungen und Verhaltensweisen deutlich, die sich beispielsweise in der Entscheidung für bestimmte Kurse manifestieren können.

2.6 Kontextbegriff

Wie bereits beschrieben, kann es sich beim Gegenstand im Sinne der POI sowohl um konkrete Objekte handeln als auch um abstrakte Ideen oder Tätigkeiten (Krapp, 1992b; Krapp & Prenzel, 2011). Im Sinne der POI kann es sinnvoll sein, physikalische Inhalte zu kontextualisieren, um Voraussetzungen für eine Beziehung zwischen der Person und einem abstrakten physikalischen Thema (= Gegenstand) herzustellen und gleichzeitig dessen lebenspraktische Bedeutung aufzuzeigen (Finkelstein, 2005; Muckenfuß, 1995). Dabei ist der Begriff „Kontext“ (aus dem lateinischen „contextus“ = Zusammenhang; Oxford University Press, 1968, S. 429) mehrdeutig und geht über die soeben beschriebene Definition einer Rahmung eines Fachinhaltes hinaus und kann gleichzeitig auch eine ganze Lernumgebung meinen (Parchmann & Kuhn, 2018). Die Weite des Begriffes macht zusätzlich deutlich, dass ein Lernen ohne Kontext eigentlich nicht möglich ist, denn „ein Fach- oder Lehrplaninhalt [kommt] wohl selten ohne jegliches Anwendungsbeispiel und ohne Einbettung in eine vorbereitete Lernumgebung“ aus (Parchmann & Kuhn, 2018, S. 194). Die weite Bedeutung des Kontextbegriffes wird ebenfalls in der Konzeptualisierung von Finkelstein (2005, S. 1193) deutlich (siehe Abbildung 4). Es werden drei ineinander verschachtelte Ebenen beschrieben: Idiotkultur, Situation und Aufgabenstellung (Finkelstein, 2005). Die innerste Kontextebene ist nach Finkelstein (2005) die Aufgabenstellung, welche für Schülerinnen und Schüler die „Storyline“ der Problemfrage bildet (Finkelstein, 2005, S. 1192). Es kann sich hierbei zum Beispiel um eine Hintergrundgeschichte handeln, in der die eigentliche Aufgabe eingebettet ist. Diese Aufgabenstellung ist wiederum eingebettet in die Kontextebene Situation, die den Kontext einer Aufgabe oder Handlung darstellt. Sie umfasst neben den Lernenden selbst, auch die zu bewältigende Aufgabe, die Ziele und Konzepte dieser Aufgabe, die lokale Umgebung sowie die dazugehörigen Werkzeuge. Eine Situation beschreibt nach Finkelstein (2005), wo und wie eine Aufgabe stattfindet. Den äußeren Abschluss der Kontextebenen bildet die

Idiokultur, die ein System von Wissen, Überzeugungen und Verhaltensweisen beschreibt, das den Personen einer Gruppe bekannt ist und als Basis für deren Interaktionen dient.

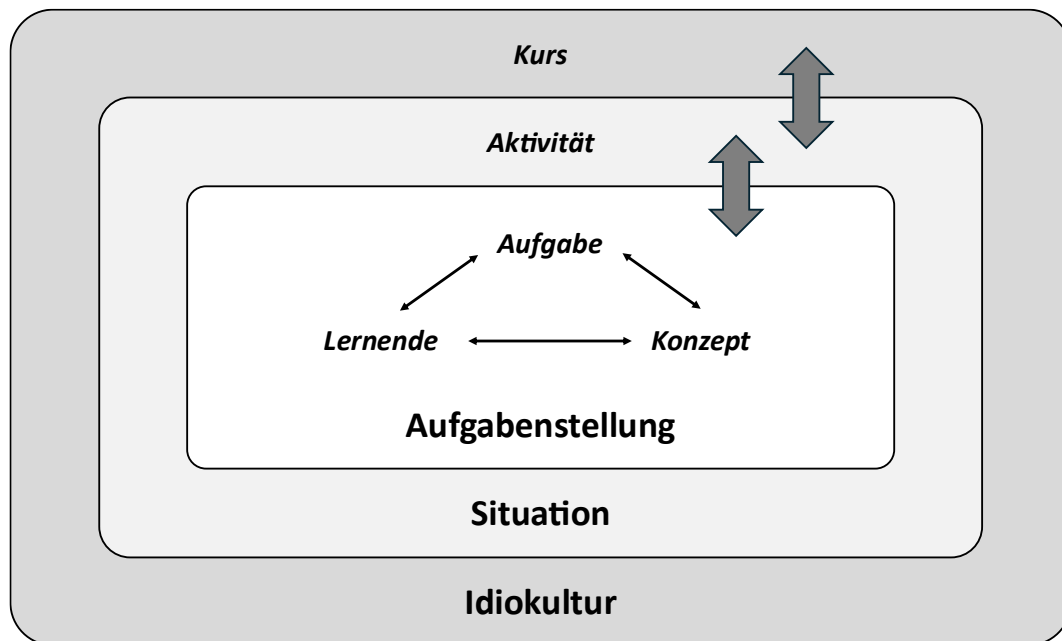


Abbildung 4: Ebenen des Kontextes nach Finkelstein (2005, S. 1193).

Betrachtet man die Kontextebene der Aufgabenstellung genauer, lassen sich auch hier zwei Formen des Einbezugs eines Kontextes feststellen: Dient der Kontext nur als „Verpackung“ des zu behandelnden Fachinhaltes zum Beispiel ein interessanter Einstieg, der aber im Anschluss nicht weiter genutzt wird oder wird der Kontext tatsächlich zur Erarbeitung und Anwendung eines Fachinhaltes genutzt (Parchmann & Kuhn, 2018). Beide Vorgehensweisen werden als „kontextorientierter Unterricht“ zusammengefasst, bei ersterem spricht man jedoch von einem fachsystematischen Vorgehen, beim zweiten von einem kontextstrukturierten Vorgehen (Nawrath, 2010). Beide Vorgehensweisen können jedoch mit unterschiedlichen Zielen verbunden sein (siehe Abbildung 5).

In Anlehnung an Nawrath (2010, S. 21) kann ein Kontext im Rahmen dieser Arbeit wie folgt definiert werden:

„Ein Kontext im Physikunterricht bezeichnet einen konkreten physikalischen Anwendungsbezug, der aus dem Alltag der Schülerinnen oder Schüler kommt, gesellschaftliche Relevanz oder Bedeutung für Technik und Wissenschaft hat.“

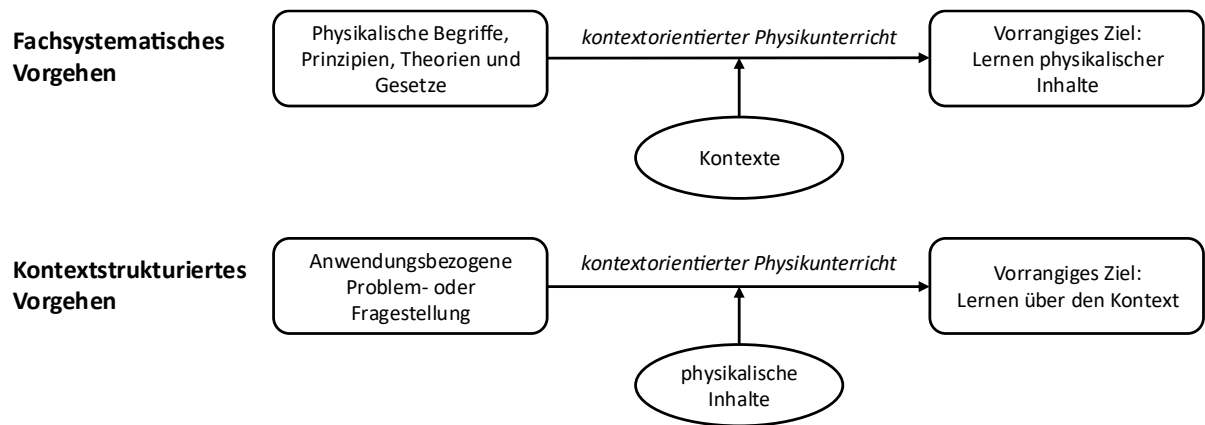


Abbildung 5: Kontextorientierter Physikunterricht kann nach Nawrath (2010, S. 21) fachsystematisch oder kontextstrukturiert sein.

3 Empirischer Hintergrund und Forschungsstand

3.1 Interesse

Wie bereits im theoretischen Hintergrund beschrieben, unterscheidet man im Schulkontext das Interesse von Lernenden meist in Fach- und Sachinteresse. Die vorliegende Arbeit legt ihren Fokus dabei auf das Fachinteresse, weshalb dieses im Folgenden näher aus empirischer Perspektive beleuchtet wird.

Das Fachinteresse von Lernenden kann durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden. Wichtige Determinanten sind beispielsweise die wahrgenommene Schwierigkeit des Faches (Winkelmann et al., 2021), die Lehrkraft, die das Fach unterrichtet (Keller & Becker, 2021; Keller et al., 2017) und das allgemeine Image des Faches (Kessels & Hannover, 2006). Diese Aspekte tragen maßgeblich dazu bei, wie stark das Interesse der Lernenden an einem bestimmten Unterrichtsfach ausgeprägt ist. Studien zeigen zudem, dass das Fachinteresse selbst andere psychologische Konstrukte beeinflusst und eine bedeutende Rolle als sekundäre Zieldimension spielt. Der Zusammenhang zwischen Interesse und schulischer Leistung konnte zum Beispiel in einer Metaanalyse empirisch untermauert werden (U. Schiefele et al., 1993; U. Schiefele et al., 1992). Empirische Studien belegen, dass bei Schülerinnen und Schülern der Primar- und Sekundarstufe I ein positiver Zusammenhang zwischen ihrer Leistung – etwa im Fach Mathematik – und ihrem individuellen Interesse besteht (Grigg et al., 2018; Köller et al., 2000; Marsh et al., 2005). Dabei wird dieser Zusammenhang mit zunehmendem Alter offenbar stärker, sodass er in höheren Jahrgangsstufen deutlicher ausgeprägt ist als in niedrigeren (Denissen et al., 2007; Kim et al., 2015).

Für die vorliegende Arbeit ist es von Bedeutung, das Fachinteresse als prädiktiven Faktor für die Kurswahl in der Sekundarstufe II zu berücksichtigen (Abel, 2002; Eitemüller & Walpuski, 2018; Mujtaba & Reiss, 2013; Potvin & Hasni, 2014). Es beeinflusst nicht nur unmittelbar die Wahl von Kursen, sondern auch langfristige Entscheidungen, wie die Studienwahl (Aeschlimann et al., 2016; Bøe & Henriksen, 2013; Laumann et al., 2024; van Tuijl & van der Molen, 2016).

3.2 Ausgewählte Interessensstudien

3.2.1 IPN-Interessenstudie

Die „IPN-Interessenstudie Physik“ des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik der Universität Kiel (kurz: IPN) zählt zu den ersten systematisch durchgeführten Untersuchungen zum Interesse von Schülerinnen und Schülern an Physik (Häußler & Hoffmann, 1995; Häußler et al., 1996; Hoffmann et al., 1998; Rost et al., 1999; Sievers, 1999). Die Studie wurde zwischen 1984 und 1989 durchgeführt und umfasste neben einer Querschnitts- und Längsschnittanalyse auch einen Kohortenquerschnitt (Klasse 9; Hoffmann et al., 1998, S. 13). Insgesamt wurden auf diese Weise 10 954 Datensätze generiert, wobei die Daten des Längsschnittes mehrfach gezählt sind (Häußler et al., 1996, S. 61). Die Studie untersuchte das Interesse von Lernenden einerseits an acht verschiedenen Themenbereichen der Sekundarstufe I (z. B. Bewegung, Elektrizität/Magnetismus; Häußler, 1987; Häußler et al., 1996), zu denen jeweils elf Interessenitems formuliert wurden, welche unterschiedliche Tätigkeiten und Kontexte abdeckten (Häußler et al., 1996; Hoffmann et al., 1998). Für jeden Themenbereich erhielten die Schülerinnen und Schüler einen etwa halbseitigen Text, der sie in zielgruppengerechter Sprache über das nachfolgende Thema informierte, bevor sie ihre Reaktionen auf einer 5-stufigen Ratingskala („Mein Interesse daran ist sehr groß“ bis „... sehr gering“; Häußler et al., 1996, S. 59) angeben konnten.

Andererseits wurde neben dem zuvor erläuterten Interesse an Physik als wissenschaftliches Gebiet (Sachinteresse; Hoffmann et al., 1998) auch das Interesse an Physik als Schulfach (Fachinteresse; Hoffmann et al., 1998) in drei Formen (Interesse an Physik in Bezug zum Interesse an anderen Schulfächern, in Bezug zum gerade unterrichteten Thema und ohne konkreten Bezug) erhoben, aus denen im Anschluss ein Summenscore beziehungsweise Mittelwert gebildet wurde (Hoffmann et al., 1998, S. 20).

Die Ergebnisse zeigen, dass das Fachinteresse Physik mit steigendem Alter der befragten Mädchen kontinuierlich abnimmt. Jungen zeigen im Mittel ein größeres Interesse als Mädchen, wobei dieser Unterschied beim Fachinteresse größer ist als beim Sachinteresse (Hoffmann et al., 1998). Jungen beurteilen alle naturwissenschaftlichen Fächer (Biologie, Chemie, Physik) und Mathematik als in etwa gleich interessant, im Gegensatz zu Mädchen, die sich vor allem für Biologie interessieren, mit deutlichem Abstand vor Mathematik, Chemie und Physik. Physik ist zusätzlich das Fach, das zwischen Klasse 7 und 8 bei Mädchen die größte Interesseneinbuße verkraften muss (Hoffmann et al., 1998, S. 21–23). Für Mädchen ist Physik auch im Vergleich zu anderen Fächern (Deutsch, Kunst, Fremdsprachen) das uninteressanteste Fach, während es für Jungen das vergleichsweise interessanteste ist (Hoffmann et al., 1998).

Bei Betrachtung der Entwicklung des Sachinteresses zeigt sich, dass dieses sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen mit steigendem Alter kontinuierlich abnimmt und bei Jungen insgesamt signifikant höher ist als bei Mädchen. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist jedoch deutlich geringer als beim zuvor berichteten Fachinteresse (Hoffmann et al., 1998). Der Interessenvorsprung der Jungen im Sachinteresse tritt bei einer Betrachtung der einzelnen Themenbereiche nur beim Sachinteresse an optischen Instrumenten, Wärme, Bewegung von Fahrzeugen und an Elektrizität/Elektronik auf, wobei er bei den beiden letztgenannten am deutlichsten ausgeprägt ist. Das Sachinteresse an Radioaktivität und Kernenergie sowie das Interesse an der Tätigkeit „Diskutieren und Bewerten“ gleicht sich bei Jungen und Mädchen über die Sekundarstufe I hinweg an. Bei allen anderen befragten Themenbereichen zeigen sich entweder keine Differenzen im Interesse oder die Mädchen zeigen ein höheres Sachinteresse am entsprechenden Themenbereich. Dies ist beim Sachinteresse an Naturphänomenen und an Geräten der Medizin der Fall (Hoffmann et al., 1998, S. 50).

Ausgehend von ihren Analysen bildeten sie verschiedene Interessenprofile im Physikunterricht („Typen“), die in den Publikationen über die Jahre leicht unterschiedlich präsentiert wurden (Häußler et al., 1996, 1998; Rost et al., 1999; Sievers, 1999). Es werden daher die Typen aus den jüngsten Veröffentlichungen kurz vorgestellt (Langeheine et al., 2001; Rost et al., 1999; Sievers, 1999). Der erste Typ beschreibt Schülerinnen und Schüler, die im Allgemeinen ein hohes Fachinteresse Physik aufweisen. Sie interessieren sich sowohl für Physik als formalisierte Wissenschaft als auch für die Implikationen für die Gesellschaft. Lernende die diesem Typ zugeordnet werden konnten, waren überwiegend Jungen und/oder Lernende mit einem hohen physikbezogenen Selbstkonzept (Sievers, 1999). Der zweite Typ beschreibt Schülerinnen und Schüler, die sich nur für Physik interessieren, wenn die Physik in einem Kontext unterrichtet wird, der einen Bezug zu Mensch, Natur oder Gesellschaft hat. Dieser Typ hat eher wenig Interesse an den mathematischen und quantitativen Aspekten der Physik (Sievers, 1999). Diesem Typ konnten überwiegend Mädchen und/oder Lernende mit einem niedrigen physikbezogenen Selbstkonzept zugeordnet werden (Sievers, 1999). Zusätzlich konnte ein dritter Typ, der als „nicht geordnet“ (NG) beschrieben wurde, gefunden werden. Lernende, die diesem Typ zugeordnet werden, zeigten ein mittleres Fachinteressenniveau und wiesen kein geordnetes Antwortverhalten auf und können demnach je nach Themengebiet entweder dem ersten oder dem zweiten Typen zugeordnet werden.

3.2.2 PISA-Studien

Bei der PISA-Studie (**P**rogramme for **I**nternational **S**tudent **A**ssessment) handelt es sich um einen internationalen Schulleistungstest (teilnehmende Länder in PISA 2022: 81; OECD, 2023, S. 46) der OECD, der die Kompetenzen von 15-jährigen Schülerinnen

und Schülern in drei Kompetenzbereichen (Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften) getestet. Die erste PISA-Studie wurde im Jahr 2000 durchgeführt. Seitdem erfolgte die Erhebung alle drei Jahre (ab 2025 alle vier Jahre), wobei jeweils ein anderer Kompetenzbereich im Fokus stand. Die Naturwissenschaften waren in den Jahren 2006 und 2015 von besonderem Interesse und werden erneut im Jahr 2025 im Fokus stehen (Greiff, 2025; OECD, 2023). Im Folgenden werden daher die zentralen Ergebnisse der PISA-Studien von 2006 und 2015 kurz zusammengefasst.

Im Jahr 2006 standen die Naturwissenschaften erstmals im Fokus von PISA und es zeigte sich ein leichter positiver Zusammenhang zwischen dem Interesse an naturwissenschaftlichen Themen und den Leistungen der Schülerinnen und Schüler im Bereich Naturwissenschaften ($r = 0,13$; OECD, 2008a, S. 429). Bei Betrachtung der Daten aus Deutschland gaben insgesamt 56 % der befragten Lernenden an, ein hohes oder durchschnittliches Interesse an Themenbereichen der Physik zu haben, dies liegt über dem OECD-Durchschnitt (49 %). Deutlich interessanter bewerteten sie allerdings „Die Biologie des Menschen“. Hier gaben 77 % der Befragten ein durchschnittliches oder hohes Interesse an, dies liegt erneut über dem OECD-Durchschnitt (66 %; OECD, 2008a, S. 166). Genderspezifische Unterschiede konnten in den meisten Ländern nicht festgestellt werden, somit auch nicht in Deutschland (OECD, 2008a, S. 165, 2008b).

2015 standen erneut die Naturwissenschaften im Fokus der PISA-Studie. Neu hinzugekommen ist eine vierstufige Rating-Skala zur Messung des Fachinteresses an unterschiedlichen Schulfächern (Mang et al., 2019, S. 106). Insgesamt gaben 20,6 % der deutschen Schülerinnen und Schüler an, eher oder sehr interessiert am Fach Physik zu sein. 21,8 % gaben dagegen an überhaupt nicht oder kaum am Fach Physik interessiert zu sein⁴. Die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler, die an der PISA-Studie 2015 teilnahmen, gab an, Freude und Interesse am Lernen von Naturwissenschaften zu haben. Dieser Anteil war jedoch bei den Jungen höher als bei den Mädchen (OECD, 2016a). Zusätzlich nahm die Freude an Naturwissenschaften zwischen PISA 2006 und 2015 ab (OECD, 2016a, S. 137). Laut OECD-Durchschnitt gaben rund zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler (66 %) an, sich dafür zu interessieren, „wie Naturwissenschaften helfen können, Krankheiten zu verhindern“. Ebenso viele (66 %) zeigten Interesse am Thema „Universum und seine Geschichte“. Weniger als die Hälfte der Befragten interessierte sich hingegen für „Energie und ihre Umwandlung“ (49 %), „Bewegung und Kräfte“ (46 %) sowie „Lebensräume“ (41 %). Die PISA-2015-Daten verdeutlichen zudem genderspezifische Unterschiede: Jungen interessieren sich stärker für physikalische und chemische Themen wie „Bewegung und Kräfte“ sowie „Energie

⁴ Zur Einordnung: Insgesamt sind 55,9 % der Daten fehlende Werte. 1,5 % der befragten Schülerinnen und Schüler gaben an, dass sie das Fach Physik noch nicht hatten Mang et al. (2019).

und ihre Umwandlung“. Mädchen hingegen zeigen mehr Interesse an Gesundheitsfragen, insbesondere daran, „wie Naturwissenschaften helfen können, Krankheiten zu verhindern“. Bei den Themen „Lebensräume“ und „Universum und seine Geschichte“ sind die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen weniger ausgeprägt (OECD, 2016a, S. 139). Insgesamt zeigt die PISA-Studie 2015, dass genderspezifische Unterschiede bei technischen Themen wie zum Beispiel Bewegungen und Kräfte stärker ausgeprägt sind als bei astronomischen oder naturbezogenen Themen und kann damit die Ergebnisse der IPN-Interessenstudie bestätigen.

3.2.3 ROSE-Studie

Die ROSE-Studie (**R**elevance of **S**cience **E**ducation; Schreiner & Sjøberg, 2004; Sjøberg & Schreiner, 2010, 2019) ist eine internationale Studie, die zwischen den Jahren 2002 und 2006 in etwa 40 Ländern durchgeführt wurde und das Interesse von etwa 15-jährigen Schülerinnen und Schülern an naturwissenschaftlichen Themen untersuchte. Der Fragebogen der ROSE-Studie bestand dabei aus 108 Items, bei denen die Teilnehmenden mithilfe einer Ratingskala angeben sollten, wie hoch ihr Interesse ist, über das genannte Item mehr zu erfahren. Die Items unterliegen einer zweidimensionalen Struktur und lassen sich jeweils einer Inhalts- und einer Kontextdimension zuordnen (siehe Tabelle 2; Elster, 2007; Schreiner & Sjøberg, 2004).

Tabelle 2: Dimensionen der zweidimensionalen Itemkonstruktion (Elster, 2007, S. 4).

Inhaltsdimension	Kontextdimension
• Astrophysik, Universum • Erde, Geowissenschaften • Humanbiologie • Zoologie, Tiere • Botanik, Pflanzen • Chemikalien • Licht, Farben, Strahlung • Töne und Akustik • Energie und Elektrizität • Technik, Technologie	• Umweltschutz • Praktischer Nutzen, Alltagsrelevanz • Spektakuläre Phänomene • Besondere Relevanz für Jugendliche • Gesundheit, Medizin • Fitness • Mystik, Wunder • Ästhetische Aspekte • Gesellschaftliche Relevanz

Die Ergebnisse der deutschen Stichprobe zeigen, dass sich Mädchen stärker als Jungen für humanbiologische Themen wie zum Beispiel Krankheiten und Epidemien ($t(260) = 6,67; p < 0,001$), Körperfunktion und Fortpflanzung ($t(259) = 6,05; p < 0,001$) sowie Körperbewusstsein ($t(260) = 11,22; p < 0,001$) interessieren. Das ebenfalls hu-

manbiologische Thema „Schädigungen des Körpers“ interessiert Jungen und Mädchen gleich stark ($t(259) = 1,35$; $p = 0,18$; Holstermann & Bögeholz, 2007, S. 75). Am Thema „Weltall“ zeigen sowohl Mädchen als auch Jungen ein ähnliches Interesse ($t(260) = 0,72$; $p = 0,47$). Jungen interessieren sich stärker als Mädchen für das Verstehen von Physik und Technik ($t(260) = -5,52$; $p < 0,001$) und Forschung ($t(259) = -2,21$; $p = 0,03$; Holstermann & Bögeholz, 2007, S. 76).

Genderspezifische Unterschiede lassen sich auch bei der Betrachtung der zehn interessantesten Themen feststellen (siehe Tabelle 3). Insgesamt sind nur die Themen „Wie sich Schwerelosigkeit im All anfühlt“ und „Phänomene, die Wissenschaftler noch immer nicht erklären können“ in den Rankinglisten beider Gruppen zu finden. Bei den Mädchen sind erneut viele gesundheitsbezogene Kontexte zu finden, während bei den Jungen vermehrt technische oder spektakuläre Kontexte zu finden sind.

Ländervergleiche zeigen, dass die Ergebnisse in Deutschland mit denen in anderen europäischen Ländern in Einklang sind. Auch in Österreich, England und Schweden sind in den zehn interessantesten Themen der Mädchen viele humanbiologische und gesundheitsbezogene Themen zu finden, während bei den Jungen viele Themen zu Spektakulärem und Technik zu finden sind (Elster, 2007; Holstermann & Bögeholz, 2007).

Tabelle 3: Die zehn interessantesten Themen für deutsche Jungen und Mädchen (Holstermann & Bögeholz, 2007, S. 76–77).

Rang	Mädchen	Jungen
1	Warum wir beim Schlafen träumen und was die Träume bedeuten können	Wie eine Atombombe funktioniert
2	Was wir über Krebs wissen und wie man ihn behandeln kann	Wie sich Schwerelosigkeit im All anfühlt
3	Was wir über HIV/Aids wissen und wie die Verbreitung kontrolliert werden kann	Wie Computer funktionieren
4	Wie man erste Hilfe leistet und grundlegende medizinische Ausrüstung nutzt	Die neuesten Erfindungen und Entdeckungen in Naturwissenschaft und Technik
5	Wie man trainieren muss, damit der Körper fit und gesund bleibt	Phänomene, die Wissenschaftler noch immer nicht erklären können

6	Wie sich Schwerelosigkeit im All anfühlt	Biologische und chemische Waffen und ihre Auswirkungen auf den menschlichen Körper
7	Leben und Tod und die menschliche Seele	Explosive Chemikalien
8	Über den menschlichen Körper und seine Funktionen	Erfindungen und Entdeckungen, die die Welt verändert haben
9	Epidemien und Krankheiten, die viele Leben fordern	Schwarze Löcher, Supernovae und andere spektakuläre Phänomene im Weltall
10	Phänomene, die Wissenschaftler noch immer nicht erklären können	Auswirkungen von starken Elektroschocks und von Blitzen auf den menschlichen Körper

3.3 Gender

Zahlreiche, teils großangelegte Studien wie zum Beispiel die IPN- Interessenstudie (siehe Kapitel 3.2.1), die PISA-Studien (siehe Kapitel 3.2.2) oder die ROSE-Studie (siehe Kapitel 3.2.3) haben den Zusammenhang zwischen dem Interesse von Schülerinnen und Schülern an Physik und Gender analysiert. Häufig ist in Studien nicht eindeutig ersichtlich, ob mit bestimmten Items das biologische Geschlecht oder das soziale Geschlecht, also Gender, erfasst wird.

Bei Studien, die das Interesse von Lernenden in Zusammenhang mit biologischem Geschlecht oder Gender untersuchen, lassen sich in Bezug auf Physik in Anlehnung an Zöchling (2023) drei zentrale Analyseperspektiven unterscheiden:

- 1.) Vergleich der Stärke des Interesses zwischen männlichen und weiblichen Schülerinnen und Schülern (z. B. Archer et al., 2013; Häußler et al., 1996). Die Studien kommen dabei zu dem Ergebnis, dass das Interesse von Jungen an Physik im Mittel höher ist als das von Mädchen (Holstermann & Bögeholz, 2007; Jansen, Schneider et al., 2019; Krapp & Prenzel, 2011).
- 2.) Untersuchung von Genderdifferenzen im Interesse an Physik als Schulfach sowie an Physik als wissenschaftliche Disziplin. Dabei kommt die Mehrheit der Studien zu dem Ergebnis, dass genderspezifische Unterschiede zugunsten von Jungen weniger ausgeprägt sind, wenn das Interesse an der wissenschaftli-

chen Disziplin betrachtet wird, als wenn das Interesse am Schulfach analysiert wird (z. B. Hoffmann et al., 1998).

- 3.)** Untersuchung des Interesses an spezifischen Inhalten und Kontexten in Abhängigkeit von Gender. Hierbei unterscheiden viele Studien zwischen Inhalten und Kontexten, die für Mädchen beziehungsweise für Jungen besonders interessant sind (z. B. OECD, 2016b; Sjøberg & Schreiner, 2010). Neben den Unterschieden im Interesse an Themen, gibt es jedoch auch solche, die von beiden Gruppen als interessant wahrgenommen werden, zum Beispiel „die Möglichkeit außerirdischen Lebens“ (Sjøberg & Schreiner, 2019) und „der menschliche Körper“ (Häußler et al., 1998; Hoffmann et al., 1998; Holstermann & Bögeholz, 2007).

Weiterführende Forschungsergebnisse zum Zusammenhang zwischen dem Interesse von Schülerinnen und Schülern an Physik und deren Geschlecht oder Gender wurden in Kapitel 3.2 differenziert nach einzelnen Studien dargestellt.

3.4 Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise

Bevor die empirischen Befunde zu den Personenmerkmalen der Neigung zu einer empathisierenden beziehungsweise systematisierenden Denkweise präsentiert werden, erfolgt zunächst eine allgemeine empirische Klärung. Diese dient einer präziseren Definition des Konstrukts und ermöglicht zugleich eine empirische Abgrenzung von verwandten Konzepten.

Wie in Kapitel 2.4 dargelegt, legen theoretische Überlegungen nahe, dass die beiden Neigungen unabhängig voneinander existieren. Frühere empirische Studien deuten jedoch darauf hin, dass sich die Neigungen zur empathisierenden und systematisierenden Denkweise gegenseitig beeinflussen und in Konkurrenz stehen (Goldenfeld et al., 2005), was auf eine negative Korrelation schließen lässt (Wheelwright et al., 2006). Neuere und umfassendere Untersuchungen zeigen hingegen, dass es sich tatsächlich um zwei unabhängige Konstrukte handelt, die keinen wechselseitigen Einfluss aufeinander ausüben (Morsanyi et al., 2012; Nettle, 2007; Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016). Diese Befunde stützen die zentrale Annahme der vorliegenden Arbeit, beide Neigungen als eigenständige Personenmerkmale zu betrachten.

Auch hinsichtlich der Abgrenzung zu anderen Konstrukten können empirische Befunde herangezogen werden. Die Persönlichkeit kann beispielsweise durch das Fünf-Faktoren-Modell (Big Five; Roccas et al., 2002) beschrieben werden. Nettle (2007) fand zunächst Hinweise darauf, dass die Verträglichkeit („agreeableness“) als einer dieser fünf Faktoren mit der Neigung zu einer empathisierenden Denkweise übereinstimmen könnte. Spätere Studien konnten diese Annahme jedoch nicht bestätigen (Wakabayashi et al., 2007), da die Zusammenhänge entweder nicht statistisch signi-

fikant oder nur schwach ausgeprägt waren. Wie bereits in Kapitel 2.4 erläutert, bestehen zudem Bezüge zwischen den Neigungen zur empathisierenden beziehungsweise systematisierenden Denkweise und den Konstrukten „People Orientation“ und „Thing Orientation“. Obwohl sich diese Konstrukte bereits begrifflich voneinander unterscheiden lassen, zeigen empirische Studien dennoch signifikante, wenn auch moderate Korrelationen zwischen der empathisierenden Denkweise und „People Orientation“ ($r = 0,27, p < 0,001$) sowie zwischen der systematisierenden Denkweise und „Thing Orientation“ ($r = 0,22, p < 0,001$) (Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016). Diese Ergebnisse legen jedoch keine Äquivalenz der Konstrukte nahe, sondern verdeutlichen deren Eigenständigkeit bei gleichzeitiger inhaltlicher Nähe.

Ein weiterer empirisch fundierter Aspekt betrifft die zeitliche Entwicklung der Neigungen zur empathisierenden und systematisierenden Denkweise. Die Studien von Baron-Cohen et al. (2014) beziehen sich ausschließlich auf Erwachsene und deuten darauf hin, dass die Neigungen zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise zwei relativ stabile Personenmerkmale darstellen. Für Personen unter 18 Jahren liegen hingegen bislang jedoch nur wenige Untersuchungen vor, sodass davon ausgegangen werden kann, dass sich diese Neigungen im Kindes- und Jugendalter, wie für Personenmerkmale charakteristisch (siehe Kapitel 2.2) erst noch ausprägen (Baron-Cohen et al., 2014).

Darüber hinaus zeigen sich genderspezifische Unterschiede in der Ausprägung der beiden Neigungen. Empirische Untersuchungen zur EST belegen, dass weibliche Personen in Selbstauskünften durchschnittlich höhere Werte im Empathisierungs-Quotienten aufweisen als männliche Personen, während eben diese im Systematisierungs-Quotienten höhere Werte erzielen (Baron-Cohen, 2002; Billington et al., 2007; Wheelwright et al., 2006). Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass die Ergebnisse der genderspezifischen Analysen der Neigungen zur empathisierenden und systematisierenden Denkweise, wie in Kapitel 2.4 dargelegt, nicht auf grundlegenden Annahmen der EST beruhen, sondern vielmehr auf empirischen Befunden, die in ähnlicher Weise auch für das Fünf-Faktoren-Modell (Costa et al., 2001; Falk & Hermle, 2018) (Costa et al., 2001; Falk & Hermle, 2018) sowie für „People Orientation“ und „Thing Orientation“ (Su et al., 2009; Woodcock et al., 2013) beobachtet wurden.

Im Bereich der Bildungsforschung wurden zahlreiche Studien durchgeführt, welche die beiden Neigungen zur Analyse von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Konstrukten genutzt haben. Beispielsweise zeigen Untersuchungen unter Studierenden, dass die Neigungen zu einer empathisierenden beziehungsweise systematisierenden Denkweise bessere Prädiktoren für die Wahl eines Studienfachs im MINT-Bereich oder in den Geisteswissenschaften sind als Gender (Billington et al., 2007). Dabei konnte gezeigt werden, dass Personen mit einer stärkeren Neigung zu systemati-

sierender Denkweise häufiger MINT-Studiengänge wählten, während Personen mit einer stärkeren Neigung zu empathisierender Denkweise eher geisteswissenschaftliche Studiengänge bevorzugten (Billington et al., 2007).

Die Ergebnisse von Billington et al. (2007) konnten in nachfolgenden Studien von Kidron et al. (2018) und Focquaert et al. (2007) bestätigt werden. Auch hier wurde festgestellt, dass Studierende in MINT-Studiengängen eine stärkere Neigung zu einer systematisierenden Denkweise aufwiesen als Studierende in geisteswissenschaftlichen Studiengängen, während es sich bei der Neigung zu empathisierender Denkweise umgekehrt verhielt (Focquaert et al., 2007; Kidron et al., 2018). Die Hauptanalyse in der Studie von Focquaert et al. (2007) war eine zweifaktorielle Varianzanalyse (2×2 ANOVA), wobei die abhängige Variable die Differenz zwischen der Neigung zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise war. Als unabhängige Variablen wurden das Studienfach (MINT oder Geisteswissenschaften) und Gender in die Analyse mit einbezogen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss des Studienfachs hochsignifikant war ($F(1, 285) = 65,37; p < 0,001; \eta_p^2 = 0,187$), ebenso wie der Einfluss von Gender ($F(1, 285) = 51,27; p < 0,001; \eta_p^2 = 0,152$). Die Interaktion zwischen diesen beiden Variablen war hingegen nicht signifikant ($F(1, 285) = 2,86; p < 0,092$; Focquaert et al., 2007, S. 622).

In einer weiteren Studie wurden Korrelationen zwischen den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise sowie verschiedenen Interessensbereichen (z. B. Musik, MINT, Reisen, bildende Kunst, Computer usw.) untersucht. Durch eine explorative Faktorenanalyse wurden daraus zunächst drei Interessensbereiche klassifiziert: Ästhetik, Technologie und Sport. Die Ergebnisse zeigen, dass das Interesse an ästhetischen Interessen leicht positiv mit der Neigung zu empathisierender Denkweise korreliert ($r = 0,26; p < 0,01$), jedoch nicht mit der Neigung zu systematisierender Denkweise ($r = 0,01$). Das Interesse an Technologie korreliert leicht negativ mit der Neigung zu empathisierender Denkweise ($r = -0,21; p < 0,01$) und stark positiv mit der Neigung zu systematisierender Denkweise ($r = 0,61; p < 0,01$). Das Interesse Sport zeigte keine signifikanten Korrelationen, weder mit der Neigung zu empathisierender ($r = 0,09$) noch systematisierender Denkweise ($r = 0,08$) bei Betrachtung der Gesamtstichprobe (Nettle, 2007, S. 246).

Ähnliche Befunde konnten bei Betrachtung von beruflichen Interessen an der Beschäftigung mit Dingen („thing-oriented“) oder mit Menschen („people-oriented“) festgestellt werden (Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016). Ein Interesse an Dingen (unter Kontrolle von Gender) korreliert positiv mit der Neigung zu systematisierender Denkweise ($r = 0,22; p < 0,001$) und leicht negativ mit der Neigung zu empathisierender Denkweise ($r = -0,03; p < 0,05$). Umgekehrt korreliert ein berufliches Interesse an der Beschäftigung mit Menschen positiv mit der Neigung zu empathisierender Denk-

weise ($r = 0,27$; $p < 0,001$) und negativ mit der Neigung zu systematisierender Denkweise ($r = -0,10$; $p < 0,001$; Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016, S. 367).

In einer weiteren Studie konnte bei 18- bis 19-jährigen Lernenden an kanadischen und schwedischen Highschools gezeigt werden, dass Lernende mit einer ausgeprägten Neigung zu systematisierender Denkweise in Bezug auf mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer überwiegend positive motivationale, emotionale und akademische Ergebnisse erzielten (Jungert et al., 2018). Bei diesen Lernenden konnten sie eine hohe intrinsische Motivation sowie geringere Angst (engl. „learning anxiety“) in Bezug auf Naturwissenschaften feststellen, was wiederum zu einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung in den Naturwissenschaften führte. Umgekehrt zeigten sie, dass Personen mit einer weniger ausgeprägten Neigung zu einer systematisierenden Denkweise eine eher geringe Selbstwirksamkeitserwartung in Naturwissenschaften zeigten. Weiter vermuteten sie, dass Personen mit einer eher weniger ausgeprägten Neigung zu einer systematisierenden Denkweise in Bezug auf eine Beschäftigung mit Naturwissenschaften eher weniger intrinsisch motiviert sind (Jungert et al., 2018).

Zusammenhänge zwischen den beiden Neigungen und Interesse im Allgemeinen oder spezifisch an Physikunterricht findet man nur indirekt: Bisherige Studien mit Lernenden der Sekundarstufe II untersuchten die Zusammenhänge zwischen diesen Merkmalen und der Motivation Naturwissenschaften zu lernen (Science Motivation Questionnaire; SMQ; Glynn et al., 2011). Da (intrinsische) Motivation in engem Zusammenhang mit Interesse steht (Renninger, 2000; U. Schiefele, 1991), liefern diese Befunde auch für die Erforschung des Interesses eine relevante Grundlage.

In einer Studie mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II wurde festgestellt, dass beim Vergleich von Lernenden in MINT- und Nicht-MINT-Kursen, die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise in MINT-Kursen signifikant höher war (Zeyer & Wolf, 2010). Zudem fanden sie eine starke Korrelation zwischen der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise und der Motivation Naturwissenschaften zu lernen ($r = 0,54$, $p < 0,01$; Zeyer, 2010). In dieser Studie gab es jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Motivation, Naturwissenschaften zu erlernen, und der Neigung zu einer empathisierenden Denkweise ($r = -0,10$; Zeyer, 2010). Die Autorinnen und Autoren bestätigten ihre Ergebnisse in einem Pfadmodell: Die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise war ein signifikanter Prädiktor für die Motivation, Naturwissenschaften zu erlernen, und Gender war ein Prädiktor für die Ausprägungen der Neigungen zu einer empathisierenden beziehungsweise systematisierenden Denkweise. Die Neigung zu empathisierender Denkweise war erneut kein signifikanter Prädiktor für die Motivation Naturwissenschaften zu erlernen (Zeyer et al., 2013, S. 1055), und Gender war ebenfalls kein direkter signifikanter Prädiktor.

Bei einer getrennten Betrachtung der naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik waren die zuvor beschriebenen Zusammenhänge nur in Bezug auf Chemie und Physik erkennbar; bei der Betrachtung von Biologie allein ergab sich ein anderes Bild: Die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise hat nur einen geringfügigen Einfluss auf die Motivation der Schülerinnen und Schüler, Biologie zu lernen, und das gesamte Pfadmodell konnte nur einen geringen Teil der Varianz der Motivation Biologie zu lernen erklären (Zeyer, 2018).

Es wurden auch bereits Zusammenhänge zwischen den Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise und Kurswahlen in akademischen Kontexten untersucht, diese werden im nächsten Kapitel präsentiert.

3.5 Kurswahlen in der Sekundarstufe II

Die Betrachtung empirischer Studien zu Kurswahlen in der Sekundarstufe II zeigt, dass es fächerübergreifend vielfältige Einflussfaktoren gibt. Diese Faktoren scheinen eng mit individuellen Merkmalen der Lernenden verknüpft zu sein, darunter Selbstbewusstsein, schulische Leistungen und berufliche Ambitionen (Cleaves, 2005; Eilers, 1987; Holmegaard et al., 2014). Zusätzlich ist auch das Interesse der Schülerinnen und Schüler am Fach ein relevanter Faktor für die Wahl eines Kurses (Eitemüller & Walpuski, 2018; Hülsmann, 2015; Merzyn, 2013). Umgekehrt ist aber Nicht-Interesse nicht direkt ein Faktor für die Nicht-Wahl eines Kurses (Hülsmann, 2015). Hier ist der häufigste Grund gegen die Wahl eines Kurses das geringe Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten (Eitemüller & Walpuski, 2018; Hülsmann, 2015). Weitere Einflüsse auf die Wahl eines Kurses in der Sekundarstufe II haben auch Gender und davon abhängig die entsprechenden Rollenerwartungen (Jacob et al., 2020; Nagy et al., 2006).

Ergänzende empirische Erkenntnisse können aus den Belegungen von naturwissenschaftlichen Fächern als Grund- und Leistungskursen in der Qualifikationsphase 1 und 2 der gymnasialen Oberstufe des Schuljahres 2023/2024 in Deutschland gezogen werden. Hierbei fallen insgesamt 14,7 % aller Belegungen auf naturwissenschaftliche Fächer (Tabellarische Übersicht siehe Anhang Tabelle A. 1; KMK, 2024). Dabei fallen doppelt so viele Belegungen auf das Fach Biologie (7,4 %) wie auf Chemie (3,6 %) und Physik (3,6 %). Betrachtet man zusätzlich die Belegungen für Chemie und Physik aufgeteilt nach Gender, so zeigen sich im Fach Chemie keine großen Differenzen in den relativen Anteilen zwischen beiden Genderausprägungen (Relativer Anteil Kursbelegungen: Mädchen: 3,5 %; Jungen: 3,7 %). Bei Betrachtung der Belegungen für das Fach Physik zeigen sich dagegen deutliche Unterschiede zwischen Mädchen (2,4 %) und Jungen (4,8 %). Im Vergleich zu den anderen Fächern in der gymnasialen Oberstufe wird ersichtlich, dass in keinem anderen Fach die genderspezifischen Unterschiede so stark ausgeprägt sind wie im Fach Physik.

Im Hinblick auf die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise gibt es bislang nur wenige Studien, die sich speziell auf Schülerinnen und Schüler beziehen. Im Kontext Kurswahl in der Sekundarstufe II liegen bislang Daten von Schülerinnen und Schülern aus der Schweiz vor, bei denen festgestellt wurde, dass bei Schülerinnen und Schülern in naturwissenschaftlichen Vertiefungskursen die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise stärker ausgeprägt war als in anderen Vertiefungskursen (Zeyer & Wolf, 2010).

Die Mehrheit der aktuell existierenden Forschungsergebnisse zur Kurswahl in akademischen Zusammenhängen bezieht sich nicht direkt auf die Kurswahl in der Sekundarstufe II, sondern auf die Studienwahl von Studierenden an Universitäten, womit jedoch indirekte Schlussfolgerungen gezogen werden können. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise, neben anderen Merkmalen, der stärkste signifikante Prädiktor für die Entscheidung, ein naturwissenschaftliches Studium zu beginnen, ist (Wald-Test: $W = 23,29$; $df = 3$; $p < 0,001$), während das Geschlecht den geringsten noch signifikanten Einfluss auf die Wahl eines naturwissenschaftlichen Studiums hat (Wald-Test: $W = 11,40$; $df = 1$; $p < 0,001$; Billington et al., 2007). Ferner konnte in mehreren unabhängigen Studien bei Studierenden nach der Studienwahl gezeigt werden, dass in naturwissenschaftlichen Studiengängen die Neigung zur systematisierenden Denkweise stärker ausgeprägt ist als in geisteswissenschaftlichen Studiengängen (Billington et al., 2007; Focquaert et al., 2007; Kidron et al., 2018).

4 Aufbau und Ziele dieser Arbeit

Um im Sinne der Entwicklung der eigenen Persönlichkeit allen Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht eine Gelegenheit zur Interessenentwicklung zu geben ist neben einer Kenntnis von Interessengegenständen auch eine Kenntnis der Person(en) wichtig.

Wie bereits im theoretischen und empirischen Hintergrund beschrieben, standen in bisherigen Studien meist nur Gender und selten weitere Personenmerkmale im Fokus der Analysen. In didaktischen Studien mit Bezug auf die Motivation Naturwissenschaften zu lernen, wurde in Ergänzung zu Gender als weiteres Personenmerkmal die Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise in Analysen miteinbezogen. Um diese Neigungen bei ihrer Stichprobe, die aus Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II bestand, zu erheben, nutzten Zeyer et al. (2012) eine deutschsprachige Übersetzung der originalen Langskala (insgesamt 120 Items; Baron-Cohen, 2004b). Bei den in diesen Studien untersuchten Stichproben handelt es sich um Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II, denen die Länge des Fragebogens offenbar keine Probleme machte. In Studien mit Kindern im Kindergartenalter wurden zur Erhebung der Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise die Erziehungsberechtigten der Kinder befragt (Auyeung et al., 2009; Skorsetz, 2019). Erhebungen mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I existierten bis dato nicht. Ein möglicher Grund könnte hierfür sein, dass bislang kein geeignetes Erhebungsinstrument für Kinder und Jugendliche vorlag. Es existiert zwar eine deutschsprachige Kurzskala (Samson & Huber, 2010), diese zeigte sich jedoch in ersten Testungen als nicht ausreichend gut geeignet zur Nutzung mit Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I. So lieferten diese Skalen zum Beispiel keine zufriedenstellenden Reliabilitäten und auch die Faktorstruktur konnte nicht bestätigt werden (A.-K. Schneider, 2021). Neben den statistischen Unzufriedenheiten waren einige Items auch für die vorgesehene Zielgruppe unpassend (z. B. „Ich habe Schwierigkeiten, das Informationsmaterial zu verstehen, das mir die Bank über verschiedene Investments und Sparanlagen zuschickt.“; Samson & Huber, 2010, S. 244). Um die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise für weitere Studien zielführend mit dem Fachinteresse Physik und gegebenenfalls anderen Fächern in Verbindung zu bringen, besteht daher zunächst die Notwendigkeit, die ursprüngliche Skala von Baron-Cohen (2004b) für die vorgesehene Zielgruppe zu kürzen.

Daraus gibt sich ein erstes Ziel dieser Arbeit, welches in einer ersten Studie (siehe Kapitel 6) bearbeitet wird:

Ziel 1

Kürzung und Adaption eines englischsprachigen Erhebungsinstrumentes zur Messung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise bei Kindern und Jugendlichen im deutschsprachigen Raum.

In Anlehnung an Samson und Huber (2010) wird dazu ausgehend von der deutschsprachigen Übersetzung der Langskala (Baron-Cohen, 2004b) in einem mehrschrittigen Verfahren der Fragebogen für die Zielgruppe adaptiert und auf Validität geprüft. Hierzu werden vorab die Items auf sprachliche Verständlichkeit geprüft und im Anschluss mit der Kürzung über mehrere Faktorenanalysen begonnen.

Mit dem Vorliegen eines für die Zielgruppe geeigneten Erhebungsinstrumentes können nun erste Analysen für Zusammenhänge zwischen Fachinteresse und den Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise bei Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden.

Die vorliegende Arbeit untersucht mit den nachfolgenden Zielen Zusammenhänge zwischen den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise, sowie Fachinteresse Physik und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II. Aufgrund einer theoretisch ableitbaren Wirkrichtung und empirischer Befunde scheint es neben der Analyse ungerichteter Zusammenhänge (z. B. Korrelationen) auch möglich, gerichtete Analysen (z. B. Regressions- und Pfadanalysen) durchzuführen (weitere Infos zu verwendeter Methodik finden sich in Kapitel 5). Bevor gerichtete Analysen durchgeführt werden dürfen, muss zuvor die Wirkungsrichtung theoretisch abgeleitet und gegebenenfalls durch ergänzende empirische Befunde gestützt werden (Cleff, 2012). Im theoretischen und empirischen Hintergrund (siehe Kapitel 2 und 3) wurden dazu bereits die notwendigen Begründungen angeführt, die diese Vorgehensweise nahelegen. Im Folgenden werden daher die zentralen Begründungslinien noch einmal zusammengefasst:

- 1.) Theoretische Befunde (z. B. Baron-Cohen et al., 2005; Lindeman, 2020) belegen, dass die Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise als zwei zeitlich und situativ relativ stabile Personenmerkmale betrachtet werden können.
- 2.) Das Fachinteresse, verstanden als eine spezifische Ausprägung des individuellen Interesses, weist eine zeitliche Veränderlichkeit auf. Diese Dynamik lässt sich sowohl aus einer theoretischen Perspektive unter Anwendung der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses (POI; Krapp, 1992b,

S. 298, 1998) als auch anhand empirischer Befunde aus längsschnittlichen Studien argumentieren (Hoffmann et al., 1998).

Die Punkte 1.) und 2.) legen somit nahe, dass wenn ein gerichteter Zusammenhang zwischen den beiden Neigungen und Fachinteresse besteht, dieser von den Neigungen zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise auf Fachinteresse gerichtet sein muss. Dass dieser Zusammenhang auch aus theoretischer und empirischer Perspektive Sinn ergibt, wurde bereits in dem beschriebenen Kapitel gezeigt. Dies lässt sich als eine dritte Begründung wie folgt zusammenfassen:

- 3.) Die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise scheinen zwei möglicherweise aufklärungsmächtige Merkmale für zukünftige Analysen von Interesse in Bildungskontexten zu sein. Dies lässt sich insbesondere für MINT-Fächer damit begründen, dass besonders Mathematik, Physik und Technik, in ihrer Art und Weise eine ausgeprägte Neigung zu systematisierender Denkweise verlangen (Baron-Cohen, 2002, S. 250). Um Inhalte dieser Fächer zu verinnerlichen, ist meist das Schlussfolgern über logische „Wenn-Dann“-Beziehungen erforderlich, welche in den bundesweit einheitlichen Bildungsstandards sowohl für Mathematik als auch für Physik festgelegt sind (Kultusministerkonferenz, 2012, 2020). Daher kann man diese Fächer als „systematisierend“ bezeichnen (Zeyer, 2024). Wenn im Unterricht nun Lernende mit einer ausgeprägten systematisierenden Denkweise auf Disziplinen mit systematisierenden Eigenschaften treffen, kann sich ein Gefühl der Zugehörigkeit (engl. „belonging“) einstellen (Allen et al., 2021). In der Folge hat dieses Zugehörigkeits-Gefühl Einfluss auf das Engagement der Lernenden, welches sowohl Emotionen als auch Kognition und Verhalten und daher auch Interesse umfasst (Kahu & Nelson, 2017). Dies insgesamt nennt man auch „educational interface“ und bezeichnet die Schnittmenge zwischen den individuellen Merkmalen und den Eigenschaften von Lernenden, wozu als Personenmerkmale auch die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise gehören und den Aspekten von Bildungsangeboten (Kahu & Nelson, 2017).

Aus den Punkten 1.) bis 3.) können in den nachfolgenden Zielen gerichtete Analysen betrachtet werden.

In Anlehnung an bisherige Studien mit Studierenden an Universitäten, in denen oftmals Unterschiede in den Neigungen der beiden Denkweise zwischen Studierenden in geisteswissenschaftlichen und mathematisch-naturwissenschaftlichen (MINT) Studiengängen berichtet wurden (Billington et al., 2007; Kidron et al., 2018; Laumann et al., 2023), ist das Ziel einer zweiten Studie (siehe Kapitel 7), das Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer und ihre Zusammenhänge zu den beiden Neigungen zu un-

tersuchen. In den genannten Studien wurde dazu zwar nicht direkt Interesse am jeweiligen Studium erhoben, jedoch kann von einem gewissen Zusammenhang zwischen Interesse und Wahlentscheidungen ausgegangen werden. In dieser Studie sollen dazu sowohl geisteswissenschaftliche Fächer als auch naturwissenschaftliche Fächer auf ihre Zusammenhänge zu einer Neigung zu einer empathisierenden Denkweise und einer Neigung zu einer systematisierenden Denkweise untersucht und die Zusammenhänge modelliert werden. Um im Einklang mit den zahlreichen bestehenden Studien zum Interesse von Schülerinnen und Schülern an unterschiedlichen Fächern zu sein, die bei der Untersuchung des Interesses Gender als Personenmerkmal nutzen, soll Gender ebenfalls in die Analysen der Zusammenhänge mit einbezogen werden. Das Ziel der zweiten Studie kann demnach als ein „doppelter“ Vergleich angesehen werden, denn es werden einerseits bestehende Ergebnisse aus bekannten Interessenstudien von Schülerinnen und Schülern, in denen meist Gender als Personenmerkmal zur Unterteilung diente, als auch der Transfer der bekannten Zusammenhänge aus Studien mit Studierenden an Universitäten und deren Zusammenhänge zwischen Studienwahl und den Neigungen zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise, zusammengeführt und gemeinsam modelliert. Daher lässt sich folgendes Ziel der zweiten Studie formulieren, welches in Kapitel 7 bearbeitet wird:

Ziel 2

Modellierung des Zusammenhanges zwischen dem Fachinteresse ausgewählter Schulfächer (Geisteswissenschaften und MINT) und Gender, sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise.

Im zweiten Ziel wurde der Fokus vom reinen Interesse an Physikunterricht für weitere Fächer verallgemeinert, nun soll sich jedoch wieder auf Physik fokussiert werden. Denn besonders im Fach Physik ist die Abnahme des Interesses über die Schuljahre und im Vergleich zum Interesse an anderen Fächern besonders stark ausgeprägt. Bisherige Interventionen zur Entwicklung von Interesse an Physik anhand der Unterteilung nach Gender scheinen keinen langfristigen Erfolg zu haben.

Wie bereits im theoretischen Hintergrund und empirischem Forschungsstand vorgestellt, lässt sich ein Zusammenhang zwischen einer systematisierenden Denkweise und dem Fachinteresse Physik sowohl theoretisch legitimieren als auch ausgehend von bisherigen Ergebnissen zu Studiengangwahlen und Motivation Naturwissenschaften und Physik zu lernen empirisch vermuten. Daher soll im Folgenden in Anlehnung an bestehende Studien die Entscheidung zu einer Kurswahl in der Sekundarstufe II mit einbezogen werden, um so für das Fach Physik ein Modell der Zusammenhänge zwischen Personenmerkmalen (EQ, SQ, Gender), Fachinteresse Physik und

Kurswahl in der Sekundarstufe II zu erhalten. In einem weiteren Teil dieser Studie soll der Einbezug weiterer Personenmerkmale durch eine separate Modellierung jedes einzelnen Personenmerkmals geprüft werden, um die Erweiterung auf Personenmerkmale über Gender hinaus zu legitimieren.

Demnach lässt sich als drittes Ziel (Kapitel 8) dieser Arbeit festhalten:

Ziel 3	<i>Modellierung des Zusammenhanges zwischen Fachinteresse Physik, der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II und Gender, sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise.</i>
---------------	---

Es lässt sich aus theoretischer und empirischer Perspektive ein Zusammenhang zwischen der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise und Fachinteresse Physik vermuten (siehe Kapitel 2.4 bzw. 3.4), daher kann die Frage aufkommen, ob Personen mit einer ausgeprägten Neigung zu einer empathisierenden Denkweise und möglicherweise aber nicht notwendigerweise eine eher niedriger ausgeprägte Neigung zu einer systematisierenden Denkweise gegebenenfalls keine Möglichkeiten zur Interessenentwicklung im Physikunterricht haben. Bisherige Studien von Zeyer und Kolleginnen und Kollegen (Zeyer, 2018, 2024; Zeyer & Dillon, 2019) konnten bei den Modellierungen der Zusammenhänge zwischen der Motivation Physik zu lernen und der Neigung zu einer empathisierenden Denkweise keine Zusammenhänge, weder positiv noch negativ, feststellen.

Ausgehend von ihren Untersuchungen stellten sie die Forderung auf, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht beide „Tore“, sowohl eines für Personen mit einer ausgeprägten Neigung zu einer systematisierenden Denkweise als auch eines für Personen mit einer Neigung zu einer empathisierenden Denkweise „geöffnet“ sein sollten (Zeyer & Dillon, 2019, S. 312).

Mit Blick auf Physikunterricht scheint das erste Tor von der Natur der Physik bereits weit geöffnet zu sein, letzteres müsse aber explizit geöffnet werden (Zeyer, 2024; Zeyer & Dillon, 2019). Für die Merkmale von empathisierenden Elementen im naturwissenschaftlichen Unterricht existiert nach Zeyer (2024) eine theoriebasierte „Checkliste“. Die Merkmale dieser Checkliste können als „empathisierende Unterrichtselemente“ bezeichnet werden. Ausgehend von dieser Checkliste kann man sich die Frage stellen, ob naturwissenschaftlicher Unterricht, in diesem Fall Physikunterricht, durch seine Art und Weise wie er unterrichtet wird, weniger empathisierende Unterrichtselemente als geisteswissenschaftlicher Unterricht hat. In Bezugnahme auf Studie 2 soll in diesem Fall Politikunterricht näher betrachtet werden und mit Physikunterricht im Hinblick auf empathisierende Unterrichtselemente verglichen werden. Um den Anteil empathisierender Elemente für Schülerinnen und Schüler

messbar zu machen, wird ausgehend von der Checkliste ein Fragebogen für den Physikunterricht und ein Fragebogen für den Politikunterricht erstellt. Mithilfe dieses Fragebogens können Schülerinnen und Schüler die empathisierenden Bildungsunterricht in dem von ihnen wahrgenommenen Unterricht quantifizieren und diese Angabe mit deren persönlichen Neigung zu einer empathisierenden Denkweise in Zusammenhang gestellt werden. Diese Studie ist damit ein erster Versuch, ausgehend von den Personenmerkmalen Bezüge zum konkreten Unterricht zu schaffen. Hieraus geben sich zwei (Teil-)Ziele, die in Kapitel 9 bearbeitet werden:

a) Analyse von Physik- und Politikunterricht im Hinblick auf empathisierende Unterrichtselemente und

Ziel 4 *b) Analyse der Unterschiede zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise einer Person, dem wahrgenommenen Anteil empathisierender Unterrichtselemente und Fachinteresse in Physik- und Politikunterricht.*

Anschließend an dieses Ziel kann man sich die Frage stellen, inwiefern der Anteil empathisierender Elemente im Physikunterricht gesteigert werden kann. Eine erste Möglichkeit kann die geeignete Auswahl von Kontexten, wie sie zum Beispiel auch in der ROSE-Studie (Sjøberg & Schreiner, 2019) abgefragt wurden, sein. Es schließt sich die Frage an, ob eine Umformulierung der Kontexte dieses bestehenden und erprobten Instrumentes in eine eher empathisierende oder systematisierende Richtung bereits Einfluss auf das Interesse von Schülerinnen und Schülern an diesen Kontexten hat. Weiter soll untersucht werden, inwiefern Gender, die Neigung zu einer empathisierenden Denkweise und die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise mit den unterschiedlichen Interessensbekundungen im Vergleich zu den originalen Kontextformulierungen zusammenhängen. Mit dieser Untersuchung soll, wie auch in Ziel 4, ein erster Schritt in Bezug auf möglichen unterrichtspraktischen Implikationen dieser Personenmerkmale unter Bezugnahme etablierter Studien getan werden.

Hieraus lässt sich als fünftes Ziel (Kapitel 10) dieser Arbeit formulieren:

Ziel 5 *Analyse des Unterschiedes des Interesses von Lernenden an empathisierend oder systematisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie und Zusammenhang zu Gender und ihrer Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise.*

Im Anschluss an die Bearbeitung der vorgestellten Ziele erfolgt Zusammenfassung der Ergebnisse aller dieser fünf Studien (Kapitel 11), welche im Anschluss in erste

vorläufige Implikation für Schulpraxis und Forschung überleitet (Kapitel 12). Im letzten Kapitel (Kapitel 13) erfolgt ein abschließendes Fazit und ein Ausblick.

5 Psychometrische und Statistische Methoden

Bei den durchgeführten Studien dieser Arbeit handelt es sich um quantitative Studien, bei denen unterschiedliche statistische Verfahren genutzt werden. Bevor die genutzten Verfahren überblicksartig vorgestellt werden, werden grundlegende statistische Vorgehensweisen beschrieben, die für die meisten statistischen Verfahren gelten.

5.1 Gütekriterien in quantitativer Forschung

In der quantitativen Sozialforschung differenziert man zwischen Gütekriterien, die das gesamte Forschungsdesign betreffen, insbesondere hinsichtlich der Generalisierbarkeit und Eindeutigkeit der Ergebnisse und solchen, die spezifisch die verwendeten Testinstrumente betreffen, insbesondere deren Validität und Reliabilität (Krebs & Menold, 2019, S. 489). Da besonders letztere für das Verständnis einiger quantitativer Analysen dieser Arbeit essenziell ist, werden im Folgenden die Gütekriterien für Testinstrumente überblicksartig erläutert.

In der quantitativen Forschung werden als Testinstrumente häufig Fragebögen eingesetzt (Krebs & Menold, 2019). Für diese lassen sich die Gütekriterien traditionell⁵ in drei zentrale Kategorien einteilen: Objektivität, Reliabilität und Validität (Döring, 2023, S. 437). Diese Kategorien teilen sich wiederum in Unterkategorien, die mit unterschiedlichen Analyseformen verbunden sind.

Objektivität bezeichnet die Unabhängigkeit des Ergebnisses eines Tests von der Person, die ihn angewendet hat (Döring, 2023, S. 438) und ist in der Regel bei quantitativen Fragebogenstudien unkritisch und ein „eigentlich redundantes Testgütekriterium, denn durch die Standardisierung des Instruments bleibt den Testanwendenden [...] gar kein Raum für subjektive Abweichungen“ (Döring, 2023, S. 438).

⁵ In dieser Arbeit werden bewusst die traditionellen Gütekriterien für Messinstrumente verwendet, in Anlehnung an Döring (2023, S. 437). Es soll dennoch zumindest darauf verwiesen werden, dass sich das moderne Verständnis von Testqualität im Laufe der Jahre weiterentwickelt hat, besonders in Bezug auf Validität. So wird in „modernen“ internationalen Standards zum Beispiel darauf verwiesen, dass Validität nicht per se für ein Messinstrument gilt, sondern nur für die Interpretationen und Schlussfolgerungen der Testergebnisse (American Educational Research Association et al., 2014; Döring, 2023).

Liegt ein geeignetes Testmanual vor, so sind zugleich auch die Subkategorien der Durchführungsobjektivität (Unabhängigkeit des Ergebnisses eines Tests von der Person, die den Test durchführt), Auswertungsobjektivität (Unabhängigkeit des Ergebnisses eines Tests von der Person, die den Test auswertet) und Interpretationsobjektivität (Unabhängigkeit des Ergebnisses eines Tests von der Person, die den Test interpretiert) meist direkt gegeben (Döring, 2023). Zusätzlich trägt eine sorgfältige Dokumentation der Auswertung und Interpretation zu einer Erhöhung der Objektivität bei, da so eine Nachvollziehbarkeit sichergestellt wird (Krebs & Menold, 2019). Reliabilität bezeichnet die Zuverlässigkeit oder Genauigkeit eines Tests und gibt an, wie stark ein Testergebnis durch einen Messfehler verzerrt ist. Basierend auf der klassischen Testtheorie, bildet ein Test mit seinem Testwert das wahre Merkmal einer Person genau ab, gegebenenfalls leicht verschoben durch einen Messfehler (Döring, 2023). Dabei bildet die zuvor beschriebene Objektivität eine Voraussetzung für Reliabilität, da die Durchführung und Auswertung eines Tests eng mit der Messgenauigkeit zusammenhängt (Döring, 2023). In der Regel erfolgt die Überprüfung der Reliabilität eines Testinstrumentes empirisch, das heißt es können basierend auf der klassischen Testtheorie vier verschiedene Reliabilitätskoeffizienten berechnet werden (Döring, 2023). Die erste Möglichkeit ist die Retest-Reliabilität. Bei diesem Vorgehen wird von denselben Personen dasselbe Testinstrument zu zwei Zeitpunkten im Abstand von etwa zwei bis drei Wochen ausgefüllt und mittels Korrelation verglichen. Dabei bedeutet eine hohe positive Korrelation eine gute Übereinstimmung und damit eine hohe Reliabilität des Testes. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die Retest-Reliabilität nur dann sinnvoll ist, wenn davon ausgegangen wird, dass das Testinstrument ein stabiles Merkmal misst (Döring, 2023).

Eine zweite Möglichkeit ist die Testhalbierungs-Reliabilität, bei der ein Test in zwei Hälften geteilt wird und eine Korrelation zwischen den Items der ersten Hälfte und den Items der zweiten Hälfte berechnet wird. Dies hat im Vergleich zur Retest-Reliabilität den Vorteil, dass keine zwei Untersuchungszeitpunkte und keine doppelte Anzahl an Teilnehmenden benötigt wird. Diese Möglichkeit stellt einen Spezialfall der internen Konsistenz dar (Döring, 2023). Die interne Konsistenz als eine Verallgemeinerung der Testhalbierungs-Reliabilität ist das gebräuchlichste Reliabilitätsmaß (Döring, 2023) und eine dritte Möglichkeit Reliabilität zu prüfen. Dazu wird die durchschnittliche Korrelation eines jeden Testitems mit jedem anderem Item zum gleichen Zeitpunkt gemessen berechnet und um die Testlänge korrigiert. Eine hohe positive Korrelation steht dabei für eine hohe Reliabilität und wird typischerweise durch den Cronbach Alpha-Koeffizienten (kurz: Cronbachs α ; siehe Tabelle 4) angegeben (Döring, 2023).

Tabelle 4: Interpretationen und Grenzwerte für Cronbach Alpha-Koeffizienten nach Cronbach (1951) zitiert nach Blanz (2015, S. 256).

Cronbach Alpha-Koeffizient	Interpretation
> 0,9	Exzellent
> 0,8	Gut
> 0,7	Akzeptabel
> 0,6	Fragwürdig
> 0,5	Schlecht
< 0,5	Inakzeptabel

Eine vierte Möglichkeit ist die Paralleltest-Reliabilität, die jedoch nur selten Anwendung findet, da hierfür ein nahezu identisches („paralleles“) Testinstrument vorliegen muss, welches zum gleichen Zeitpunkt von einer Personengruppe ausgefüllt wird (Döring, 2023). Anschließend wird eine Korrelation zwischen den Messwerten beider Testinstrumente gebildet und eine hohe positive Korrelation zeigt erneut eine hohe Reliabilität.

Validität als drittes zentrales Gütekriterium beschreibt die Gültigkeit eines Testinstrumentes und damit im traditionellen Verständnis, ob ein Testinstrument das Merkmal misst, was es beansprucht zu messen (Döring, 2023; Krebs & Menold, 2019). Validität gilt dabei als das wichtigste Güte Merkmale eines Testinstrumentes (Döring, 2023, S. 440), denn wenn ein Test nicht das misst, was er messen soll, ist er für weitergehende Forschung unbrauchbar. Dabei ist eine hohe Reliabilität eine notwendige Voraussetzung für eine hohe Validität eines Testinstrumentes. Eine hohe Reliabilität führt jedoch nicht automatisch zu einer hohen Validität eines Testinstrumentes (Döring, 2023). Eine umfangreiche Prüfung der Validität eines Testinstrumentes ist sowohl theoretisch als auch methodisch aufwendiger als die zuvor vorgestellte Prüfung der Reliabilität (Döring, 2023).

Es gibt drei unterschiedliche Arten von Validität, die sich auf unterschiedliche Aspekte der Messung beziehen: Inhaltsvalidität, Konstruktvalidität und Kriteriumsvalidität (Döring, 2023).

Inhaltsvalidität bezieht sich darauf, inwieweit die Inhalte eines Tests repräsentativ für die Gesamtheit der Inhalte sind, die für das zu messende Konstrukt relevant sind. Diese Art von Validitätsprüfung erfolgt theoretisch-argumentativ und wird häufig durch Expertinnen- und Expertenbewertungen gesichert, die beurteilen, ob die Testitems angemessen und umfassend die Aspekte des zu untersuchenden Konstrukts

abdecken (Döring, 2023). Liegen für ein Testinstrument theoretisch und/oder empirisch gut fundierte Hypothesen vor, die Zusammenhänge zu anderen Konstrukten vorgeben, so kann Konstruktvalidität geprüft werden (Döring, 2023). Dies kann in zwei Richtungen geprüft werden, einmal in Form von konvergenter Validität, bei der das Testinstrument mit konstruktnahen Verfahren hoch korrelieren soll, zumindest höher als mit konstruktfernen Testinstrumenten (Döring, 2023). Umgekehrt kann auch diskriminante Validität geprüft werden, nach der das Testinstrument mit konstruktfernen Testinstrumenten gar nicht oder nur gering korrelieren soll (Döring, 2023).

Eine dritte Form der Konstruktvalidität ist die faktorielle Validität, die prüft ob sich zum Beispiel bei einem mehrdimensionalen Konstrukt die theoretisch zu einer Subdimension gehörenden Items auch empirisch in einem Faktor klassifizieren lassen (Döring, 2023; Krebs & Menold, 2019). Dies geschieht mittels explorativer oder konfirmatorischer Faktorenanalyse (Döring, 2023; Krebs & Menold, 2019).

Auch im Falle eines eindimensionalen Tests wird zur Überprüfung der faktoriellen Validität eine Faktorenanalyse durchgeführt, bei der sich für eine hohe Validität alle Items auf einem Faktor vereinigen lassen müssen (Döring, 2023).

Die dritte Dimension der Validität ist die Kriteriumsvalidität und liegt vor, wenn durch die Ergebnisse des Tests, die innerhalb einer konkreten Testsituation gewonnen wurden, auch zuverlässig auf ein Merkmal („Kriterium“) außerhalb der Testsituation geschlossen werden kann (Döring, 2023; Moosbrugger & Kelava, 2020). Je nach Zeitpunkt der Erfassung des Merkmals außerhalb der Testsituation spricht man von unterschiedlichen Formen der Kriteriumsvalidität: Retrospektive Validität, wenn das äußere Merkmal vor dem zu validierenden Test erhoben wird, konkurrente Validität, wenn das äußere Merkmal zum selben Zeitpunkt wie der zu validierende Test erhoben wird und prognostische Validität, wenn das äußere Merkmal zeitlich nach dem zu validierenden Test erhoben wird (Döring, 2023). Zusätzlich zu den bereits vorgestellten Formen der Kriteriumsvalidität kann ein Testinstrument auch auf inkrementelle Validität geprüft werden. Hier wird geprüft, ob der zu validierende Test enger mit einem äußeren Merkmal zusammenhängt als ein herkömmlicher Test. Diese Art der Validität wird jedoch selten geprüft (Döring, 2023, S. 443).

5.2 Grundbegriffe statistischer Analysen

In den nachfolgenden Analysen treten einige Grundbegriffe häufiger auf, die im Folgenden kurz definiert und erläutert werden, bevor es in den nachfolgenden Kapiteln konkret um angewendete Analysen geht.

Mittelwert (M): Auch „arithmetisches Mittel“ genannt, bezeichnet die durchschnittliche Ausprägung einer Variable in einer Stichprobe des

Umfangs n . Dazu werden die Werte einer Variable des Datensatzes addiert und anschließend durch die Größe der Stichprobe dividiert (Bortz & Schuster, 2010).

$$\bar{x} := \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Median:

Der Median ist definiert als die Mitte der Stichprobe des Umfangs n . Das bedeutet, dass 50 % der Werte größer und 50 % der Werte kleiner sind als der Median. Zur Berechnung werden die Werte einer Stichprobe aufsteigend sortiert (Bortz & Schuster, 2010):

$$x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(n)}$$

Der Median findet sich dann an der folgenden Stelle:

$$Md = \begin{cases} x_{(\frac{n+1}{2})} & \text{falls } n \text{ ungerade,} \\ (x_{(\frac{n}{2})} + x_{(\frac{n}{2}+1)})/2 & \text{falls } n \text{ gerade.} \end{cases}$$

Varianz:

Die Varianz ist ein Streuungsmaß, welches die Verteilung der Werte um den Mittelwert kennzeichnet. Durch die Quadrierung wird auch die Einheit der Variable quadriert, sodass die Einheit der Varianz nicht dieselbe wie die der beobachteten Variable ist (Bortz & Schuster, 2010).

$$s^2 := \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Standardabweichung (SD):

Die Standardabweichung ist als die Wurzel der Varianz definiert. Dies hat den Vorteil, dass die Einheit der Standardabweichung

chung wieder der Einheit der beobachteten Messwerte entspricht. Vereinfacht ist die Standardabweichung die durchschnittliche Abweichung aller Messwerte vom Mittelwert (Bortz & Schuster, 2010).

$$s := \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

**Standardfehler
des Mittelwerts
(SEM):**

Der Standardfehler ist ein Maß dafür, wie genau der Mittelwert einer Stichprobe den Mittelwert der Grundgesamtheit schätzt. Wenn die Grundgesamtheit nicht bekannt ist, lässt er sich anhand der Stichprobe wie folgt schätzen (Eid et al., 2015):

$$SEM = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

p-Wert:

Der *p*-Wert kennzeichnet die Wahrscheinlichkeit, ein empirisches Ergebnis zu finden, unter der Annahme, dass die Nullhypothese wahr ist (Eid et al., 2015). Hiermit kann geprüft werden, ob der beobachtete Effekt in einer Stichprobe wahrscheinlich auch in der Grundgesamtheit existiert, oder ob er zufällig aufgetreten ist.

Die Grenze der Wahrscheinlichkeit, die bestimmt, ob ein Ergebnis signifikant (= statistisch bedeutsam) ist, nennt man Signifikanzniveau. Gängige Grenzen nach Bortz und Döring (2006, S. 740) sind:

- $p \leq 0,05 \rightarrow$ Testergebnis signifikant (*)
- $p \leq 0,01 \rightarrow$ Testergebnis sehr signifikant (**)
- $p \leq 0,001 \rightarrow$ Testergebnis hoch signifikant (***)

Effektgröße:

Die Effektgröße, auch „Effektstärke“ genannt, beschreibt das Ausmaß eines beobachteten Effekts. Da bei großen Stichproben selbst sehr kleine, für die Praxis möglicherweise unbedeu-

tende Effekte, statistisch signifikant werden können, sollte neben dem p -Wert auch immer die Effektgröße berücksichtigt werden (Bortz & Döring, 2006). Zur Messung der Effektgröße existieren unterschiedliche Maße (siehe Tabelle 5).

Zur Umrechnung von Effektstärken ist der Rechner von Lenhard und Lenhard (2022) zu empfehlen.

Schiefe und Kurtosis:

Viele statistische Verfahren haben als Voraussetzung normalverteilte Daten. In der Realität können die Daten hiervon allerdings abweichen. Dies kann mathematisch über die Schiefe und Kurtosis beschrieben und berechnet werden (siehe z. B. Eid et al., 2015, S. 164).

Auf eine mathematische Beschreibung von Schiefe und Kurtosis wird in dieser Arbeit verzichtet. Es wird sich auf die grafischen Beschreibungen der beiden Abweichungsarten von der Normalverteilung beschränkt (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7).

Schiefe (Eid et al., 2015):

- **linksschief:** Die meisten Datenpunkte befinden sich auf der rechten Seite der Verteilung. Der Mittelwert ist meist kleiner als der Median.
Schiefe < 0 .
- **rechtsschief:** Die meisten Datenpunkte befinden sich auf der linken Seite der Verteilung. Der Mittelwert ist meist größer als der Median.
Schiefe > 0 .
- **symmetrisch** (normalverteilt): Die Datenpunkte sind gleichmäßig um den Mittelwert verteilt. Der Mittelwert ist gleich dem Median.
Schiefe $= 0$.

Kurtosis:

Unter der Kurtosis versteht man die Wölbung einer Verteilung von Daten. Die Normalverteilung hat eine Kurtosis von 3. Dieser Wert wird als Referenzpunkt genutzt. Der Begriff „Exzess-kurtosis“ (kurz: „Exzess“) wird so definiert, dass von der tatsächlichen Kurtosis einer Verteilung die 3 der Normalverteilung subtrahiert wird. Somit bedeutet ein Exzess von 0, dass die Verteilung die gleiche Wölbung wie die Normalverteilung aufweist (Eid et al., 2015).

- **breitgipflig:** Die Verteilung ist „breiter“ als die Normalverteilung, mit kürzeren und dünneren Ausläufern.
- **schmalgipflig:** Die Verteilung ist „spitzer“ als die Normalverteilung, mit einem höheren Gipfel und längeren Ausläufern.
- **normalverteilt:** Die Verteilung der Daten hat eine ähnliche Kurtosis wie die Normalverteilung.

Tabelle 5: In dieser Arbeit verwendete Effektgrößen und ihre Interpretation.

Effektgröße und Abkürzung	Interpretation	Quelle
Pearsons r	• $r = 0,10 \rightarrow$ kleiner Effekt • $r = 0,30 \rightarrow$ mittlerer Effekt • $r = 0,50 \rightarrow$ großer Effekt	Cohen (1992)
Cohens d	• $d = 0,20 \rightarrow$ kleiner Effekt • $d = 0,50 \rightarrow$ mittlerer Effekt • $d = 0,80 \rightarrow$ großer Effekt	Cohen (1988)
Cohens f	• $f = 0,10 \rightarrow$ kleiner Effekt • $f = 0,25 \rightarrow$ mittlerer Effekt • $f = 0,4 \rightarrow$ großer Effekt	Cohen (1988)
Partielles Eta-Quadrat η_p^2	• $\eta_p^2 = 0,01 \rightarrow$ kleiner Effekt • $\eta_p^2 = 0,06 \rightarrow$ mittlerer Effekt • $\eta_p^2 = 0,14 \rightarrow$ großer Effekt	Cohen (1988)

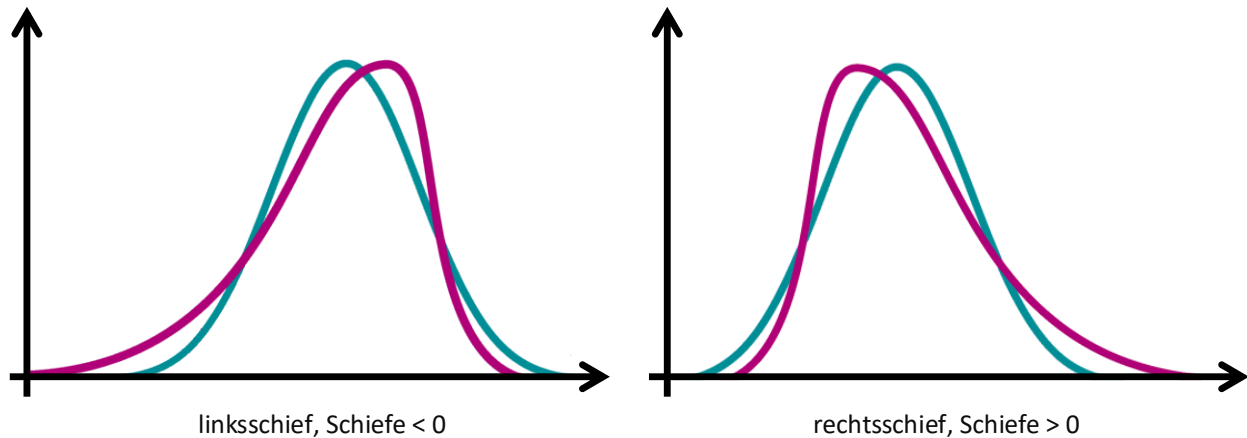


Abbildung 6: Visualisierung der Schiefe einer Verteilung in Bezug zur Normalverteilung (Schiefe = 0).

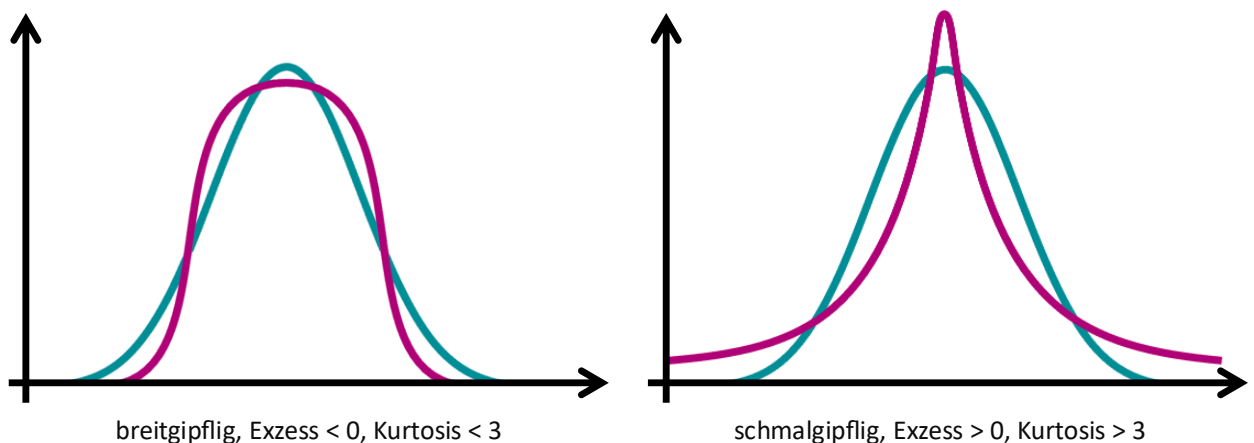


Abbildung 7: Visualisierung der Kurtosis einer Verteilung in Bezug zur Normalverteilung (Exzess = 0 bzw. Kurtosis = 3).

5.3 Genutzte statistische Methoden

Nachdem die zentralen statistischen Grundbegriffe für das Verständnis dieser Arbeit vorgestellt wurden, werden nachfolgend die grundlegenden analytischen Methoden erläutert. Es wird in Unterschiedsanalysen (in der Regel Gruppenvergleiche) und Zusammenhangsanalysen (wie hängen Variable A und Variable B zusammen) differenziert. Dazu wird eine tabellarische Form genutzt, in der für jede Analyse ihre Bezeichnung, die Bedingungen an die abhängige(n) und unabhängige(n) Variable(n), ihre Voraussetzungen, Kenngröße(n) und eine Kurz-Aussage notiert ist.

Die in Tabelle 6 und Tabelle 7 zusammengefassten Analysen basieren dabei überwiegend auf den folgenden Literaturquellen:

- Eid et al. (2015)
- Field (2018)
- Schwarz (2023)
- Walther (2025)

5.3.1 Unterschiedsanalysen

Tabelle 6: Überblick über die in dieser Arbeit genutzten Unterschiedsanalysen.

Bezeichnung	Variablen	Voraussetzungen	Kenngrößen	Kurz-Aussage
t-Test für unabhängige Stichproben	AV: intervallskaliert UV: kategorial → Bildung von zwei Gruppen	Normalverteilung der AV in den Gruppen Varianzhomogenität Unabhängigkeit der Messwerte in beiden Gruppen	t-Wert: Maß für den Unterschied zwischen beiden Gruppen relativ zu Variation innerhalb der Gruppen. Freiheitsgrade (df): Anzahl Werte, die in der Endsumme variieren können, berechnet als Summe der Stichprobengrößen beider Gruppen minus 2.	Test prüft, ob es einen stat. sig. Unterschied zwischen <i>M</i> von zwei unabhängigen Gruppen in der Grundgesamtheit gibt. 1) Test sig.: Beob. Unterschied zwischen den <i>M</i> <u>nicht</u> zufällig 2) Test nicht sig: Beob. Unterschied zwischen <i>M</i> ist möglw. auf Zufall zurückzuführen
t-Test für verbundene Stichproben (auch: gepaarter t-Test)	AV: intervallskaliert UV: Nur implizit vorhanden, da Messungen paarweise verbunden	Normalverteilung der Differenzen zwischen den gepaarten Werten Datenpunkte sind gepaart, aber verschiedene Messwertpaare voneinander unabhängig	t-Wert: Maß für den Unterschied zwischen beiden verbundenen Gruppen relativ zu Variation innerhalb der Beobachtungspaare Freiheitsgrade (df): Anzahl Paare minus 1.	Test prüft, ob es einen stat. sig. Unterschied zwischen <i>M</i> zweier abhängiger Gruppen gibt. 1) Test sig.: Beob. Unterschied zwischen den <i>M</i> <u>nicht</u> zufällig 2) Test nicht sig: Beob. Unterschied zwischen <i>M</i> ist möglw. auf Zufall zurückzuführen
Robuster Welch-Test (als alternative zum t-Test, wenn keine Varianzhomogenität vorliegt)	AV: intervallskaliert UV: kategorial → Bildung von zwei Gruppen	Normalverteilung der AV in den Gruppen Unabhängigkeit der Messwerte in beiden Gruppen	Welch-t-Wert: Maß für den Unterschied zwischen beiden Gruppen relativ zu Variation innerhalb der Gruppen. Freiheitsgrade (df), nach Welch: im Unterschied zum „normalen“ t-Test nicht ganzzahlig, da korrigiert für die Varianzunterschiede	siehe „t-Test für unabhängige Stichproben“, Der Welch-Test lässt unterschiedliche Varianzen zu.
Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA)	AV: intervallskaliert UV: kategorial → Bildung von zwei oder mehr Gruppen	Normalverteilung der AV in den Gruppen Varianzhomogenität Unabhängigkeit der Messwerte in den Gruppen	F-Wert: Maß für den Unterschied zwischen beiden verbundenen Gruppen relativ zu Variation innerhalb der Beobachtungspaare	ANOVA prüft, ob min. eine Gruppe von mehreren signifikant unterschiedliche <i>M</i> hat. Eine signifikante ANOVA zeigt, dass die MW-Unterschiede zwischen den Gruppen nicht durch Zufall bedingt sind. Danach: Post-hoc-Analyse, um festzustellen, welche spez. Gruppen sich sig. unterscheiden

5.3.2 Zusammenhangsanalysen

Tabelle 7: Überblick über die in dieser Arbeit genutzten Zusammenhangsanalysen.

Bezeichnung	Variablen	Voraussetzungen	Kenngößen	Kurz-Aussage
Korrelation nach Bravais-Pearson	Beide Variablen min. intervallskaliert	Beziehung zwischen den beiden Variablen (annähernd) linear	Korrelationskoeffizient (r): Maß für die Stärke und Richtung des linearen Zusammenhangs, zwischen -1 und +1. - ($r = 0$): keine lineare Beziehung - ($r = +1$): perfekt pos. lineare Beziehung - ($r = -1$): perfekt neg. lineare Beziehung	Korrelation misst Stärke und Richtung des Zusammenhangs zweier Variablen. Ein positiver Korrelationskoeffizient zeigt, dass beide Variablen tendenziell zusammen ansteigen; ein negativer zeigt, dass eine Variable steigt, während die andere fällt. Wichtig: Korrelation impliziert keine Kausalität!
		Normalverteilung Varianzhomogenität Unabhängigkeit der Messwerte		
Einfache lineare Regression	AV: intervallskaliert UV: intervallskaliert	AV und UV (annähernd) linearer Zusammenhang	F-Wert: Güte des Regressionsmodells	Lineare Regression beschreibt die Beziehung zwischen UV und AV durch eine lineare Gleichung. Der Regressionskoeffizient zeigt Stärke und Richtung der Beziehung an. Ein hohes R^2 deutet darauf hin, dass die UV einen großen Teil der Varianz der AV erklärt.
		Normalverteilung der Residuen	Unstandardisierter Regressionskoeffizient (B): zur Berechnung der Regressionsgleichung, „Steigung“ der Regressionsgerade	
		Varianzhomogenität der Residuen der UV	Standardisierter Regressionskoeffizient (β): Berechnet sich aus B , dient zur Vergleichbarkeit. Je größer β ist, desto größer ist der Beitrag der UV zur Aufklärung der AV	
		Unabhängigkeit der Residuen		
Multiple lineare Regression	AV: intervallskaliert UV'en: intervallskaliert	Zwischen AV und jeder UV (annähernd) linearer Zusammenhang	F-Wert: Güte des Regressionsmodells	Multiple lineare Regression nutzt mehrere Prädiktoren (UV'en), um eine AV zu erklären, indem sie die kombinierte Wirkung dieser Prädiktoren betrachtet. Ein hohes R^2 deutet darauf hin, dass ein großer Teil der Varianz der AV durch die UV'en erklärt wird.
		Normalverteilung der Residuen	Regressionskoeffizient ($B_1, \dots, B_n$): Koeffizienten der Regressionsgleichung	
		Varianzhomogenität der Residuen der UV'en	Standardisierter Regressionskoeffizient (β): siehe lineare Regression, dient zur Vergleichbarkeit	
		Unabhängigkeit der Residuen	Bestimmtheitsmaß (korr. R^2): Maß für die Varianzaufklärung	
Poisson-Regression	AV: Zählvariable, Werte nicht negativ und ganzzahlig UV: intervallskaliert oder kategorial (eine oder mehrere möglich)	Unabhängigkeit der Beobachtungen	Regressionskoeffizient (β): Koeffizienten der Regressionsgleichung	Die Poisson-Regression modelliert die Anzahl von ganzzahligen nicht negativen Ereignissen (Zählvariable) in Abhängigkeit von erklärenden Variablen, wobei der erwartete Wert der Zielgröße über den Logarithmus als lineare Funktion der UV'en dargestellt wird.
		Beziehung zwischen den Variablen (annähernd) linear	Potenzieller Regressionskoeffizient ($\text{Exp}(B)$): Für eine direkte Interpretation auf der Ebene der Zählvariablen selbst, wird der Regressionskoeffizient potenziert.	
		Varianzhomogenität der Zählvariable		
		Mittelwert $\approx$ Varianz	Inzidenzratenverhältnis (IRR = Incidence Rate Ratio): Exponenten der Koeffizienten	

5.3.3 Pfadanalyse

Die Pfadanalyse ist ein multivariates Datenanalyseverfahren, das in der Statistik zur Überprüfung von Hypothesen über Kausalbeziehungen zwischen Variablen dient. Pfadanalysen können als die Kombination mehrerer gleichzeitiger Regressionsanalysen aufgefasst werden, wobei in einer einzigen Analyse sowohl direkte Effekte zwischen Variablen als auch indirekte Effekte, das heißt mediiert über eine dritte Variable analysiert werden können (Döring, 2023). Eine Pfadanalyse kann nur durchgeführt werden, wenn bereits eine theoretische Annahme und empirische Befunde über die zugrundeliegenden Zusammenhänge vorliegen (Arzheimer, 2016; Weiber & Sarstedt, 2021). Daher werden vor dem Berichten der Ergebnisse dieser Analysen die entsprechenden theoretischen Annahmen und bestehenden empirischen Befunde genannt.

Ist diese Voraussetzung erfolgt, kann das Modell, für das die Pfadanalyse erfolgen soll, festgelegt werden. Die oberste Ebene eines Pfadmodells bilden die exogenen Variablen, die nicht durch das Modell selbst erklärt werden. Diese exogenen Variablen wirken als Prädiktorvariablen auf endogene Variablen. Wobei endogene Variablen, die sowohl durch exogene Variablen erklärt werden als auch selbst zur Erklärung weiterer Variablen beitragen, als intervenierende Variablen bezeichnet werden (Kline, 2023; Weiber & Mülhhaus, 2014; Weiber & Sarstedt, 2021).

Dies kann gut an einem Beispiel aus dieser Arbeit (siehe Kapitel 8) illustriert werden:

In einem Pfadmodell sollen die Zusammenhänge zwischen Gender, der Neigung zu empathisierender Denkweise und der Neigung zu systematisierender Denkweise auf Fachinteresse Physik und Kurswahl in der Sekundarstufe II analysiert werden. Auf Grundlage von theoretischen Erkenntnissen, bilden Gender, die Neigung zu empathisierender Denkweise und die Neigung zu systematisierender Denkweise die oberste Ebene im Pfadmodell und werden als exogene Variablen bezeichnet. Diese drei Personenmerkmale sind Prädiktorvariablen für das Fachinteresse Physik, welches selbst wieder als Prädiktorvariable für Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II fungiert. Daher wäre das Fachinteresse Physik eine intervenierende Variable, da sie eine Prädiktorvariable und gleichzeitig auch endogene Variable ist und die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II eine endogene Variable.

Ähnlich zur Konfirmatorischen Faktorenanalyse (CFA; siehe Kapitel 5.3.4) werden die Modellparameter iterativ, häufig unter Verwendung der Maximum-Likelihood-Methode, geschätzt. Das Ziel besteht darin, die Differenz zwischen der empirischen und der durch das Modell implizierten Kovarianzmatrix zu minimieren (Reinecke, 2014; Weiber & Sarstedt, 2021).

Die Beurteilung der Modellanpassung kann mithilfe der in Tabelle 8 genannten Gütekriterien und Interpretationsempfehlungen erfolgen (siehe auch Weiber und Sarstedt (2021, S. 239) bzw. Schweizer und DiStefano (2016, S. 173)).

Tabelle 8: Gängige Gütekriterien zur Beurteilung des Fits eines Modells (Weiber & Sarstedt, 2021, S. 239).

Gütekriterium	Schwellenwert
χ^2 -Wert	$\chi^2/df \leq 3$
CFI	$\geq 0,90$
TLI	$\geq 0,90$
RMSEA	$\leq 0,05 - 0,08$
SRMR	$\leq 0,10$

5.3.4 Interdependenzanalysen

Zur Analyse verborgener Strukturen in Datensätzen werden Interdependenzanalysen, wie zum Beispiel Faktoren- oder Clusteranalysen (Schwarz, 2023). In der vorliegenden Arbeit werden Faktorenanalysen zum Beispiel in Kapitel 6 zur Kürzung und Adaption des Fragebogens zur Messung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise genutzt. Clusteranalysen werden in der vorliegenden Arbeit nicht weiter betrachtet, weshalb sich im Folgenden auf die Erläuterung des Vorgehens und Interpretation von Faktorenanalysen beschränkt wird.

Bei der Faktorenanalyse handelt es sich um eine verbreitete multivariate statistische Methode, die dazu dient, eine große Anzahl von Variablen zu untersuchen und auf eine kleinere Anzahl zugrundeliegender Faktoren zu reduzieren. Die Faktorenanalyse hilft, latente Variablen, die nicht direkt messbar sind, zu identifizieren. Diese erklären die beobachteten Korrelationen oder Kovarianzen zwischen den Variablen.

Ziel der Faktorenanalyse ist es, Variablen zu reduzieren und somit zu vereinfachen. Sie ermöglicht es, ein komplexes Datenset in seine Grundstrukturen zu zerlegen und die wesentlichen Muster in den Daten zu erkennen, indem sie Variablen gruppiert, die miteinander korrelieren. Faktoren sind hypothetische Konstrukte, die die Beziehungen zwischen einer Menge von beobachteten Variablen erklären. Diese Faktoren sind nicht direkt beobachtbar, sondern werden aus den Korrelationen zwischen den Variablen abgeleitet.

Man unterscheidet zwischen zwei Arten von Faktorenanalysen: der explorativen Faktorenanalyse (EFA) und der konfirmatorischen Faktorenanalyse (CFA). Die EFA wird eingesetzt, wenn es keine konkreten Hypothesen über die Struktur oder die Anzahl der Faktoren gibt. Sie hilft, die mögliche Struktur zu erkunden und Hypothesen zu

generieren. Im Gegensatz dazu wird die CFA verwendet, um bestehende Hypothesen über die Struktur der Daten zu überprüfen, wobei die Passung des vorgeschlagenen Modells zu den Daten beurteilt wird (Döring, 2023).

Ein zentrales Anliegen der Faktorenanalyse ist es, die gemeinsame Varianz der Variablen zu erfassen und in Form von Faktoren zu erklären. Diese Faktoren sollten idealerweise die maximale Varianz der Daten beschreiben. Die Faktorenanalyse beruht auf Annahmen, wie zum Beispiel Multikollinearität, Normalverteilung der Daten und linearen Beziehungen zwischen Variablen und Faktoren. Es gibt verschiedene Methoden zur Faktorextraktion, wobei jede Methode ihre theoretischen Annahmen und Anwendungsbereiche hat, die in dieser Arbeit nicht weiter erläutert werden.

Um die Interpretierbarkeit der extrahierten Faktoren zu verbessern, werden Rotationsverfahren verwendet (Döring, 2023; Eid et al., 2015). Das gängigste Rotationsverfahren ist die Varimax-Rotation, welche bei den explorativen Faktorenanalysen in dieser Arbeit verwendet wird.

Faktorenanalysen spielen eine wichtige Rolle in der Entwicklung von Messinstrumenten und Fragebögen, wie auch in dieser Arbeit. Sie helfen die Dimensionen eines Konstrukts zu identifizieren und redundante Items zu eliminieren. Es muss jedoch beachtet werden, dass die Interpretation der Faktoren subjektiv geprägt sein kann und manchmal nicht eindeutig ist, dies nennt man „Querladungen“. Je nach Anzahl der Items ist eine entsprechend große Stichprobe notwendig, hierauf wird entsprechend in der jeweiligen Studie eingegangen (Stevens, 2009).

Explorative Faktorenanalyse (EFA)

Die Durchführung einer explorativen Faktorenanalyse besteht typischerweise aus zwei Hauptschritten: der Faktorextraktion und der Faktorrotation. In der Phase der Faktorextraktion wird ein geeignetes Verfahren, wie zum Beispiel die Hauptkomponentenanalyse, gewählt, um die Dimensionen mit der größten Varianz aufzuzeigen. Im Anschluss daran erfolgt die Faktorrotation, oftmals mittels Varimax-Rotation, die darauf abzielt, die Interpretierbarkeit der Faktoren zu erhöhen, indem sie eine klarere Struktur der Faktorladungen herstellt (Eid et al., 2015; Weiber & Sarstedt, 2021).

Bei der EFA ist die Anzahl der zu extrahierenden Faktoren zu Beginn der Analyse nicht festgelegt. Diese wird während der Analyse bestimmt. Dazu dienen Verfahren wie die Parallelanalyse oder Velicers MAP (engl. **M**inimum **A**verage **P**artial), die eine Anzahl von Faktoren aus den vorliegenden Daten vorschlagen (Guadagnoli & Velicer, 1988; O'Connor, 2000). Zusätzlich kann für eine grafische Bestimmung der Faktorenanzahl auch der Screeplot herangezogen werden (siehe Abbildung 8). Hier kennzeichnet ein „Knick“ (auch „Ellenbogen“ genannt) die zu extrahierende Anzahl von Faktoren. Im

Screeplot sind auf der x-Achse die Anzahl der Faktoren und auf der y-Achse deren Eigenwerte dargestellt. Wenn die Faktoren zufällig entstanden sind, zeigt sich eine flache Steigung. Aus diesem Grund werden nur die Faktoren oberhalb des „Knick“ berücksichtigt (Schwarz, 2023).

Sobald die Anzahl der Faktoren festgelegt ist, können die rotierten Faktorladungen interpretiert werden. Wie hoch eine Faktorladung sein muss, um einem Faktor zugeordnet zu werden, hängt von der Stichprobengröße ab. Informationen zur erforderlichen Höhe der Faktorladung können beispielsweise bei Stevens (2009) nachgeschlagen werden. In der vorliegenden Arbeit wird die erforderliche Höhe der Faktorladung für jede einzelne Teilstudie explizit angegeben, wenn eine explorative Faktorenanalyse durchgeführt wird.

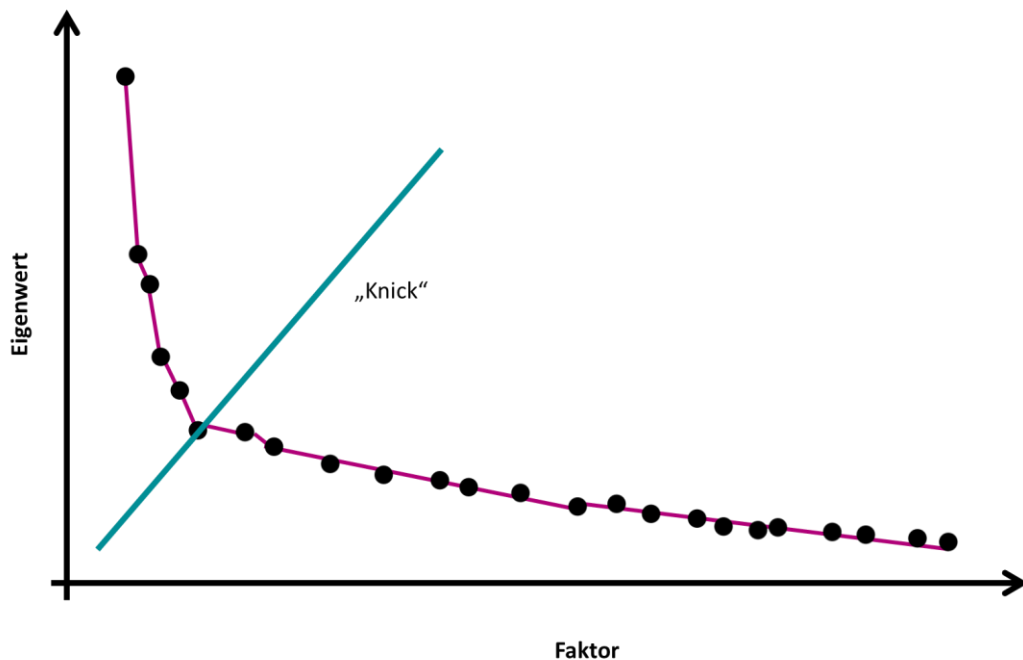


Abbildung 8: Exemplarischer Screeplot zur Bestimmung der Anzahl der Faktoren.

Konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA)

Der entscheidende Unterschied zwischen explorativen und konfirmatorischen Faktorenanalysen liegt in der Herangehensweise und den Annahmen, die vor der Analyse getroffen werden. Bei der explorativen Faktorenanalyse wird, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, nicht vorab spezifiziert, welche beobachteten Variablen auf welchen Faktoren laden sollen. Stattdessen können die beobachteten Variablen theoretisch auf alle Faktoren laden. Im Gegensatz dazu werden in der konfirmatorischen Faktorenanalyse die Beziehungen zwischen Variablen und Faktoren im Vorfeld genau spezifiziert und aufgrund theoretischer Begründungen festgelegt, welche beobachteten Variablen auf welche Faktoren laden sollen und auf welche nicht (Weiber & Sarstedt, 2021).

Eine CFA ähnelt daher einer Pfadmodellierung, wie sie bereits in Kapitel 5.3.3 beschrieben wurde. Bei einer CFA geht man daher anders als bei der EFA über Modellvergleiche. Dabei wird die Passung und Modellgüte anhand der in Tabelle 8 gezeigten Gütekriterien bewertet und verglichen.

6 Kürzung und Adaption eines Fragebogens zur Messung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise

Zur Messung der Neigungen zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise bei Erwachsenen existieren unterschiedliche Instrumente, die im Kern alle auf den Items von Baron-Cohen (2004a) basieren. Für verschiedene Einsatzzwecke bestehen Adaptionen der ursprünglichen Skala (z. B. Baron-Cohen et al., 2003; Baron-Cohen & Wheelwright, 2004; Wheelwright et al., 2006) oder gekürzte Formen (z. B. Samson & Huber, 2010; Wakabayashi, Baron-Cohen, Wheelwright et al., 2006).

In Studien mit Teilnehmenden im Kindergartenalter wurden zu den Messungen der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweisen Befragungen von Erziehungsberechtigten genutzt, welche einen Fragebogen für ihr Kind beantworteten (Auyeung et al., 2006; Skorsetz, 2019). In den Arbeiten mit naturwissenschaftsdidaktischem Schwerpunkt (z. B. Zeyer, 2010; Zeyer et al., 2012; Zeyer et al., 2013) wurde ausschließlich eine deutsche Übersetzung des originalen Erhebungsinstrumentes (Langform; Baron-Cohen, 2004b) genutzt. Hierbei ist allerdings anzumerken, dass in den genannten Studien von Zeyer und Kolleginnen und Kollegen ausschließlich Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II befragt wurden. Es erscheint allerdings insbesondere im Hinblick auf Lernenden der Sekundarstufe I und perspektivisch auch bei Hinzunahme weiterer Personenmerkmale in zukünftigen Studien wenig praktikabel, die Langform zu nutzen. Da Pilotierungen einer bestehenden deutschsprachigen Kurzska (Samson & Huber, 2010) mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I keine zufriedenstellenden statistischen Kenngrößen lieferte (A.-K. Schneider, 2021) ist eine Kürzung erforderlich. Daher ist das Ziel dieser ersten Teilstudie:

Ziel 1

Kürzung und Adaption eines englischsprachigen Erhebungsinstrumentes zur Messung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise bei Kindern und Jugendlichen im deutschsprachigen Raum.

Die Inhalte und Ergebnisse dieses Kapitels wurden bereits veröffentlicht in Welberg et al. (2024a).

6.1 Methodisches Vorgehen

Für die Kürzung und Adaption des Erhebungsinstrumentes zur Messung der Neigungen zu empathisierender bzw. systematisierender Denkweise wird sich an bestehenden Kürzungen von Instrumenten aus diesem Bereich orientiert (Samson & Huber, 2010). Dabei ist der Ausgangspunkt eine deutschsprachige Übersetzung einer Langskala von Baron-Cohen (2004b), welche vorab mit Kindern und Jugendlichen aus der angestrebten Zielgruppe auf sprachliche Angemessenheit und Verständlichkeit geprüft wird. Im Anschluss umfasst das Vorgehen die Auswahl der Items (Teilstudie 1), die Analyse der Faktorstruktur der ausgewählten Items (Teilstudie 2), die Überprüfung der Retest-Reliabilität (Teilstudie 3), die Bestätigung der Faktorstruktur und die Analyse der internen Konsistenz mit einer größeren Stichprobe (Teilstudie 4), wobei jeweils unterschiedliche Stichproben verwendet werden, sowie eine umfassende Validitäts-Prüfung der finalen Items (Teilstudie 5) mit einer Teilstichprobe der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Teilstudie 4 (grafischer Überblick siehe Abbildung 9). Die Bewertung der Qualität des Erhebungsinstrumentes erfolgt anhand der in Kapitel 5.1 dargelegten Gütekriterien. Da, wie dort erläutert, die Objektivität aufgrund des quantitativen Fragebogendesigns als gewährleistet betrachtet werden kann, konzentriert sich die Prüfung der Gütekriterien auf die Aspekte der Reliabilität und Validität.

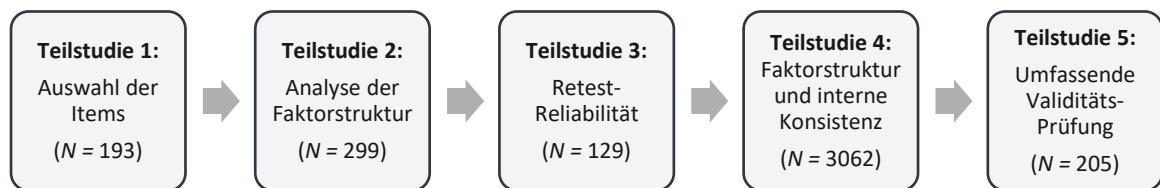


Abbildung 9: Ablauf der Teilstudien zur Adaption und Kürzung des Fragebogens für Kinder und Jugendliche im deutschsprachigen Raum.

Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler aller Teilstudien bearbeiteten die Items des Fragebogens in zufälliger Reihenfolge entweder in Form einer Online-Umfrage (Teilstudien 1, 2, 4, 5) oder als Papier-und-Bleistift-Version (Teilstudie 2, Teilstudie 3). Es wurden keine Unterschiede zwischen der Papier-und-Bleistift- und der Online-Version festgestellt. Die Erhebungen der Teilstudien 1 bis 4 fanden im Rahmen des regulären und für alle Schülerinnen und Schüler verpflichtenden Physikunterrichts statt. Die Durchführung im Physikunterricht wurde aus rein organisatorischen Gründen gewählt und stellt keine spezifische Auswahl von Lernenden dar. Da alle Schülerinnen und Schüler in den entsprechenden Jahrgangsstufen Physik als Pflichtfach belegen müssen, kann ausgeschlossen werden, dass die Umfragen ausschließlich von Lernenden mit besonderem Interesse an Physik ausgefüllt wurden. Für Teilstudie 4 wurden neben Lernenden der Sekundarstufe I auch Lernende der Sekundarstufe II befragt. Diese Erhebungen wurden in den Jahrgangsstufen 5 bis 9 in verpflichtenden Physik-

kursen durchgeführt, sodass komplette Klassen ohne physikspezifische Schwerpunktsetzung befragt werden konnten. Ab der Jahrgangsstufe 10 waren Physikkurse nicht mehr für alle Schülerinnen und Schüler verpflichtend, daher wurden die Umfragen der Teilstudie 4 für Lernende der Sekundarstufe II auf Jahrgangsstufen-Ebene organisiert und zum Beispiel in für alle Lernende verpflichtenden Kursen oder Stufenversammlungen durchgeführt, sodass die Schülerinnen und Schüler unabhängig von ihrer Kurswahl in der Sekundarstufe II befragt werden konnten. Somit kann auch für Teilstufe 4 ausgeschlossen werden, dass die befragten Lernenden ein besonderes Interesse an Physik hatten. Dies gilt demnach auch für Teilstudie 5, die eine Teilstichprobe aus Teilstudie 4 darstellt.

Zusätzlich gilt für alle teilnehmenden Schulen der einzelnen Teilstudien, dass diese zufällig ausgewählt wurden, um eine möglichst repräsentative Stichprobe zu gewährleisten. Diese Zufallsauswahl stellt sicher, dass keine besonderen Merkmale, wie etwa eine Fokussierung auf MINT-Fächer oder spezifische soziale Hintergründe der Lernenden, die Zusammensetzung der Stichprobe beeinflussen. Innerhalb der ausgewählten Schulen erhielten die Schülerinnen und Schüler Anweisungen von ihren Lehrkräften oder einer anderen für die Studie verantwortlichen Person. Sie wurden gebeten, jedes Item der Untersuchung sorgfältig zu lesen und auf einer vierstufigen Likert-Skala anzugeben, inwieweit sie dem jeweiligen Item zustimmen (1 = trifft nicht zu; 2 = trifft eher nicht zu; 3 = trifft eher zu; 4 = trifft voll zu).

Die sich anschließende Datenanalyse erfolgte überwiegend mithilfe der Software *IBM SPSS Statistics* (Version 29.0.0.0 (241)). Die konfirmatorische Faktorenanalyse in Teilstudie 4 wurde unter Verwendung von *RStudio* (Version 2023.06.1 (524)) durchgeführt.

6.2 Teilstudie 1: Auswahl der Items

6.2.1 Methode

Startpunkt der Kürzung und Adaption des im Original englischsprachigen Erhebungsinstrumentes waren die deutschen Übersetzungen des Empathisierungs-Quotienten (EQ) und Systematisierungs-Quotienten (SQ; Baron-Cohen, 2004b). In Vorbereitung wurden zunächst alle 120 Items Lernenden der angestrebten Zielgruppe vorgelegt und gebeten, diese sorgfältig zu lesen und schwer verständliche Items zu markieren. Im Anschluss wurden davon ausgehend die für diese Zielgruppe irrelevante oder schwer verständliche Items entfernt. Insgesamt wurden 15 Items entfernt und 60 umformuliert. Die verbleibenden 105 Items (36 Items für EQ, 35 für SQ, 36 Fülleri-tems) wurden im Anschluss von einer unabhängigen Übersetzerin (zweisprachig Deutsch (Muttersprache) und Englisch (C2-Niveau)) ins Englische zurückübersetzt, um eine Übereinstimmung mit der ursprünglichen englischsprachigen Version (Ba-

ron-Cohen, 2004a) zu gewährleisten. Der Vergleich zeigte eine gute Übereinstimmung zwischen Rückübersetzung und den originalen Items.

Insgesamt bearbeiteten 193 Schülerinnen und Schüler (54,4 % männlich; 45,6 % weiblich; Durchschnittsalter: $M = 13,38$ Jahre; $SD = 2,07$ Jahre; Altersspanne: 10 - 18 Jahre) den Fragebogen mit der ersten deutschsprachigen Übersetzung und Adaption der beiden Instrumente.

6.2.2 Ergebnisse und Diskussion

Die Daten aus Teilstudie 1 zeigen, dass weibliche Kinder und Jugendliche ($M = 2,91$; $SD = 0,34$) höhere Werte als männliche ($M = 2,80$, $SD = 0,31$) bei den EQ-Items der angepassten deutschsprachigen Übersetzung des ursprünglichen Instrumentes erreichten ($t(191) = -2,42$; $p = 0,016$). Umgekehrt erreichten männliche Kinder und Jugendliche ($M = 2,45$; $SD = 0,26$) eine höhere Punktzahl als weibliche ($M = 2,30$; $SD = 0,37$) bei den SQ-Items der angepassten deutschsprachigen Übersetzung des ursprünglichen Instrumentes (Welch-Test, $t(152,318) = 3,57$; $p \leq 0,001$). Diese Befunde sind damit in Übereinstimmung mit den Ergebnissen früherer Studien (z. B. Greenberg et al., 2018; Samson & Huber, 2010; Wheelwright et al., 2006), haben als Stichprobe jedoch deutlich jüngere Personen.

Im Anschluss wurde zur Überprüfung der Faktorstruktur eine explorative Faktorenanalyse (EFA) für die 71 EQ-SQ-Items (alle Items der angepassten deutschsprachigen Übersetzung der ursprünglichen Instrumente ohne die Füllitems) durchgeführt, um die theoretisch zugrunde liegende Struktur der Items statistisch zu überprüfen und um die Items auszuwählen, die eine möglichst hohe Ladung auf die jeweilige Neigung besitzen. Da die beiden Neigungen als voneinander unabhängig beschrieben werden (Wakabayashi et al., 2007), kann eine orthogonale Rotationsmethode (Varimax-Rotation) verwendet werden. Insgesamt wurde daher eine (Maximum-Likelihood-)Explorative Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation durchgeführt. Der in Abbildung 10 dargestellte Screeplot legt die Verwendung von vier oder fünf Faktoren nahe (Eigenwerte: 6,61; 4,17; 3,90; 2,80; 2,37), die eine Gesamtvarianz von 27,96 % erklären.

Damit die Anzahl der Faktoren genau bestimmt werden kann, werden ergänzend eine Parallelanalyse (6 Faktoren) und Velicers MAP (engl. **M**inimum **A**verage **P**artial; 5 Faktoren) durchgeführt (O'Connor, 2000). Da sowohl der Screeplot als auch Velicers MAP die Wahl von fünf Faktoren nahelegten und im Allgemeinen eine Parallelanalyse tendenziell die Anzahl der Faktoren zu hoch ansetzt (O'Connor, 2000, S. 398), wurde eine weitere EFA mit einer festgelegten Anzahl von fünf Faktoren durchgeführt. Tabelle A. 2 zeigt diese fünf Faktoren und ihre Faktorladungen. Aufgrund der Stichprobengröße erscheinen Faktorladungen ab 0,374 (Stevens, 2009, S. 332) für die Interpretation der Faktoren notwendig.

Faktor 1 („Empathisierend“) besteht aus 12 Empathie-Items (E1, E19, E22, E25, E26,

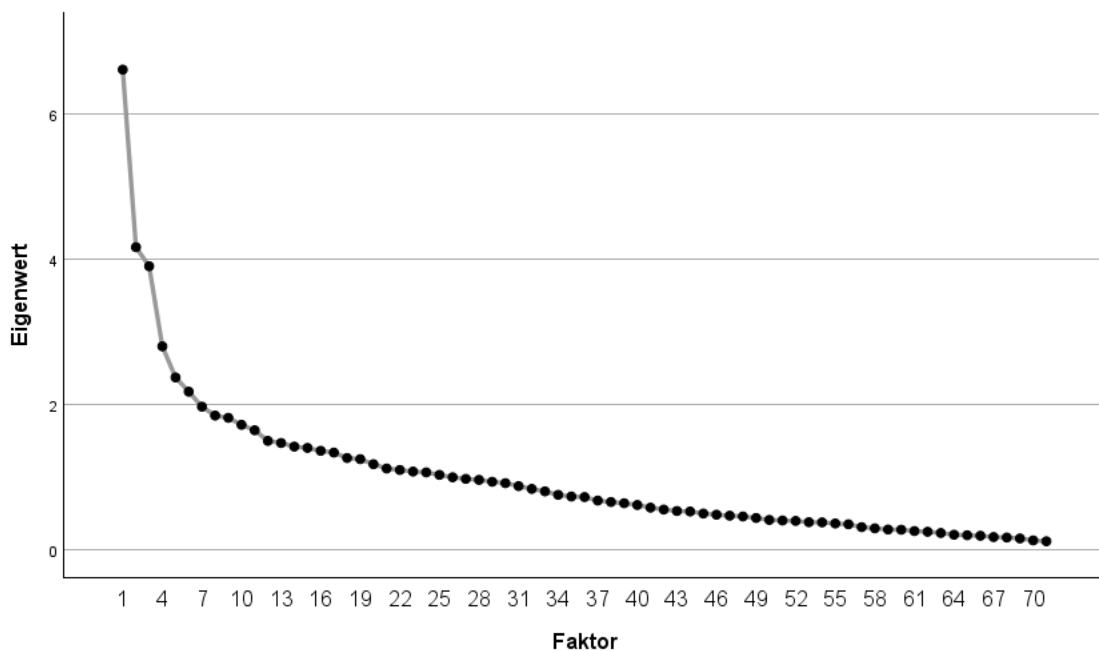


Abbildung 10: Screeplot der explorativen Faktorenanalyse der Daten aus Teilstudie 1. Diese Abbildung wurde bereits in englischer Sprache publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

E41, E43, E44, E52, E54, E55, E60; die Items sind entsprechend ihrer Reihenfolge in den ursprünglichen Versionen bezeichnet; siehe Baron-Cohen, 2004a, 2004b). Diese EQ-Items in Faktor 1 umfassen verschiedene Facetten von Empathie, wie sie von Samson und Huber (2010, S. 240) beschrieben werden: „mit jemandem mitfühlen (z. B. E43), Absichten/Motivationen (z. B. E19) und Gefühle anderer erkennen (z. B. E26) sowie eine gemischte Komponente emotionaler und kognitiver Aspekte (z. B. E44). Faktor 2 („Empathisierend gepolt“) umfasst neun invers formulierte EQ-Items (E8*, E10*, E11*, E12*, E18*, E27*, E29*, E39*, E46*) und nur ein positiv formuliertes EQ-Item (E38). Faktor 3 („Systematisierend“) besteht aus acht SQ-Items (S6, S19, S37, S41, S48, S53, S55, S60*), von denen nur eines invers formuliert ist. Diese Items beziehen sich auf die von Samson und Huber (2010) beschriebene Neigung zu einer systematisierenden Denkweise, wobei in der Neigung die Items zu einer finanziellen

Investition ausgeschlossen wurden, da diese für Schülerinnen und Schüler in der angestrebten Zielgruppe als irrelevant erscheinen.

Faktor 4 („Technologie“) besteht aus drei Items mit starkem Bezug zu Technologien (S13, S20, S24) und ist daher eng mit dem bereits beschriebenen „Systematisierend“-Faktor verwandt. Da dieser Faktor aufgrund der Stichprobengröße ($n < 300$, Guadagnoli & Velicer, 1988, S. 274) nicht individuell interpretiert werden kann, werden die entsprechenden Items beibehalten, um mögliche Ladungen in der nächsten Teilstudie mit einer angepassten Item-Auswahl zu testen. Aus demselben Grund wurde ein weiteres Item (S4) in die nächste Teilstudie einbezogen, da es sowohl auf Faktor 3 als auch auf Faktor 4 lud, ohne klare Zuordnung zu einem dieser Faktoren aufgrund der Höhe der Faktorladungen. Faktor 5 („niedrig“) besteht nur aus einem Item mit genügend hoher Faktorladung (S26*), jedoch vielen niedrigen Ladungen und Querladungen von negativ formulierten (SQ-)Items.

Es kann demnach festgehalten werden, dass interessanterweise sowohl bei der EQ- als auch bei der SQ-Skala jeweils ein Faktor mit ungepolt formulierten Items und einer mit invers formulierten Items vorliegt und diese Items in der EFA auf zwei getrennte Faktoren laden, obwohl sie theoretisch zu demselben Konstrukt gehören. Das Invertieren von Items wird durchgeführt, um Antworttendenzen zu vermeiden (Jonkisz et al., 2012, S. 61). Es kann allerdings passieren, dass durch eine solche Itempolung „eine artifizielle Faktorenstruktur“ entsteht, „weil trotz des Vorhandenseins eines homogenen, eindimensionalen Merkmals positiv und negativ gepolte Items dazu tendieren, zwei verschiedene Faktoren zu bilden“ (Greenberger et al., 2003, zitiert nach Jonkisz et al., 2012, S. 61). Um zu analysieren, inwieweit die invertierten Items die Faktorenstruktur beeinflussen, wurde eine Ipsatisierung der Items vorgenommen (Ten Berge, 1999). Das bedeutet, dass jedem individuellen Wert einer Person der individuelle Durchschnitt der Person abgezogen wird und so eine Standardisierung der Daten stattfindet, um Antworttendenzen zu kontrollieren (Bortz & Weber, 2005, S. 335). Mit diesen ipsativierten Daten wird eine erneute EFA durchgeführt, welche die oben beschriebene Faktorenstruktur bestätigt. Demnach scheint die Formulierung der Items, die Faktorenstruktur zu beeinflussen.

Bei Betrachtung von Literatur aus anderen Gebieten werden ebenfalls diverse methodische Herausforderungen diskutiert, die durch invertiert formulierte Items entstehen können. Diese Schwierigkeiten betreffen insbesondere faktorenanalytische Verfahren und treten auch bei anderen Testinstrumenten unter bestimmten Umständen auf (Rodebaugh et al., 2007; Woods, 2006). Entsprechende Probleme werden unter anderem darauf zurückgeführt, dass die Probandinnen und Probanden die Items unachtsam lesen, was bei der vorliegenden Stichprobe von Kindern und Jugendlichen denkbar erscheint (Schmitt & Stults, 1985).

Im Hinblick auf die Messung der Neigungen zu empathisierender oder systematisierender Denkweise transformierten Wright und Skagerberg (2012) ihre invertiert formulierten Items in positiv formulierte und beobachteten eine schnellere Bearbeitung des Fragebogens und eine höhere Zuverlässigkeit der SQ-Skala. Daher erscheint es sinnvoll, für die nachfolgenden Teilstudien die Formulierung der Items zu überarbeiten. Ziel dieser Anpassung ist es, die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass die Items einer theoretisch fundierten Faktorenstruktur zugeordnet werden können. Gleichzeitig könnte durch die überarbeitete Formulierung der Items potenziell Zeit eingespart werden. Daher werden die folgenden Items angepasst: E1, E8*, E10*, E11*, E12*, E18*, E19, E22, E25, E26, E27*, E29*, E39*, E41, E43, E44, E46*, E52, E54, E55, E60, S4, S6*, S13, S19, S24, S37, S41, S48, S53, S55, S60*.

6.3 Teilstudie 2: Überprüfung der Faktorenstruktur und Verständlichkeit für Kinder und Jugendliche

6.3.1 Methode

An der zweiten Teilstudie zur Überprüfung der Faktorenstruktur und Verständlichkeit des Erhebungsinstrumentes nahmen insgesamt 299 Kinder und Jugendliche teil (50,2 % männlich; 49,8 % weiblich; durchschnittliches Alter: $M = 13,92$ Jahre; $SD = 1,57$ Jahre, Altersspanne: 11 bis 18 Jahre). Für diese Studie wurden die in Teilstudie 1 vorläufig ausgewählten Items verwendet und durch 10 Fülleritems ergänzt, die aus den originalen Instrumenten zur Erfassung der Neigungen empathisierender und systematisierender Denkweisen entnommen wurden (Baron-Cohen, 2004b).

Wie in Teilstudie 1 beschrieben, wurden die invers formulierten Items für Teilstudie 2 umformuliert. Einige Schülerinnen und Schüler erhielten zur zusätzlichen Überprüfung der Verständlichkeit eine Papier-Bleistift-Version des Fragebogens und wurden gebeten, Items zu markieren, die für sie schwer verständlich waren.

6.3.2 Ergebnisse und Diskussion

Wie bereits in Teilstudie 1 erläutert, wurde eine explorative Faktorenanalyse mit Varimax-Rotation für alle Items durchgeführt. Der in Abbildung 11 dargestellte Screeplot deutet auf zwei oder drei Faktoren hin (Eigenwerte: 6,65; 3,89; 1,82), die eine Gesamtvarianz von 38,63 % erklären. Zur Bestimmung der geeigneten Anzahl von Faktoren wurden erneut eine Parallelanalyse (3 Faktoren) und die Velicers MAP (3 Faktoren) durchgeführt (O'Connor, 2000). Da sowohl die Parallelanalyse als auch Velicers MAP drei Faktoren vorschlugen, wurde die Analyse in der Folge mit der Festlegung auf drei Faktoren durchgeführt. Tabelle A. 2 zeigt die drei Faktoren und ihre Faktorladungen. Aufgrund der Stichprobengröße scheinen Faktorladungen ab 0,298 (Stevens, 2009, S. 332) für eine sinnvolle Interpretation der Faktoren erforderlich zu sein.

Faktor 1 („Empathisierend“) besteht aus 15 EQ-Items (E1, E8, E12, E19, E22, E25, E26, E29, E41, E43, E44, E52, E54, E55, E60). Faktor 2 („Systematisierend“) umfasst 10 SQ-Items (S4, S6, S13, S19, S37, S41, S48, S53, S55, S60). Faktor 3 („gemischt“) setzt sich sowohl aus EQ- als auch SQ-Items zusammen, wobei viele Querladungen aus den zuvor beschriebenen Faktoren 1 und 2 bestehen. Zudem lässt sich dieser Faktor inhaltlich nicht interpretieren, da er die beiden Neigungen nicht trennt, wie theoretisch gefordert. Aus diesem Grund wird dieser Faktor nicht weiter betrachtet. Während der Teilstudie stellte sich zudem heraus, dass die Schülerinnen und Schüler das Item E29 („Ich kann verstehen, wieso jemand traurig auf eine Bemerkung reagiert.“) auch in neu formulierter Form als schwer verständlich empfanden. Daher wurde dieses

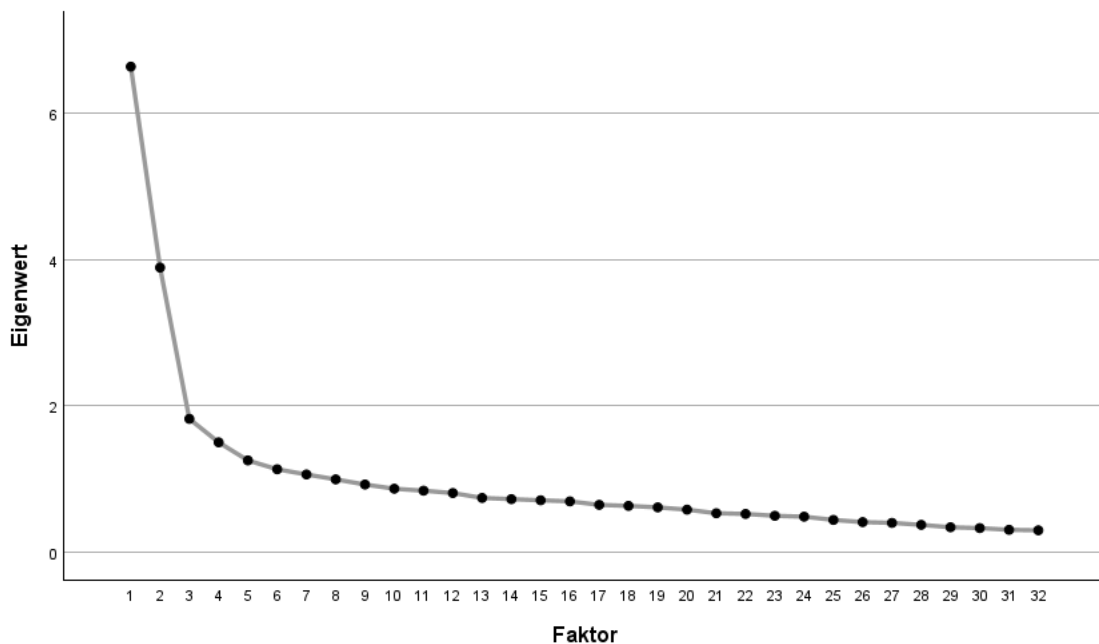


Abbildung 11: Screeplot der explorativen Faktorenanalyse der Daten aus Teilstudie 2. Diese Abbildung wurde bereits in englischer Sprache publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Item in der endgültigen Skala entfernt. Eine Überprüfung der Korrelation zwischen EQ und SQ zeigte, dass die Skalen leicht miteinander korrelieren ($r = 0,19$; $p \leq 0,001$).

Zusammenfassend lassen sich in Teilstudie 2 zwei Hauptfaktoren identifizieren, die mit der Empathizing-Systemizing-Theorie übereinstimmen. Die beiden Hauptfaktoren aus Teilstudie 1 wurden gut repliziert und durch Items ergänzt, die zuvor auf den jeweiligen „invertierten“ Faktor geladen hatten. Letztendlich wurden in Teilstudie 2 14 EQ-Items und 10 SQ-Items identifiziert, die zur Messung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise für Kinder und Jugendliche geeignet sind. Die in Teilstudie 2 identifizierten Items finden sich in Tabelle A. 3 im Anhang.

6.4 Teilstudie 3: Überprüfung der Retest-Reliabilität

6.4.1 Methode

An Teilstudie 3 zur Überprüfung der Retest-Reliabilität nahmen insgesamt 129 Schülerinnen und Schüler teil (40,3 % männlich; 59,7 % weiblich; durchschnittliches Alter: $M = 12,38$ Jahre; $SD = 0,96$ Jahre; Altersspanne: 10 bis 15 Jahre). Alle Teilnehmenden stammten aus demselben Gymnasium in Nordrhein-Westfalen, da diese Schule die Zusicherung gegeben hatte, dass eine doppelte Befragung innerhalb eines Zeitraums von vier Wochen stattfinden kann. Der eingesetzte Fragebogen bestand aus den 14 EQ-Items und 10 SQ-Items aus Teilstudie 2 und enthielt keine Fülleritems. Fülleritems wurden ausgeschlossen, da der Fragebogen für Lernende dieser Altersgruppe möglichst kurzgehalten werden sollte und da dies in bestehenden Kurzversionen zur Messung der beiden Neigungen ebenfalls der Fall war (Samson & Huber, 2010; Wakabayashi, Baron-Cohen, Wheelwright et al., 2006). Die teilnehmenden Kinder und Jugendlichen füllten den Fragebogen zweimal im Abstand von vier Wochen aus (Abkürzungen: Testung zum ersten Zeitpunkt: t1; Testung zum zweiten Zeitpunkt (Retest): t2).

6.4.2 Ergebnisse und Diskussion

Die wiederholte Testung der Skalen ergab nahezu identische Werte für die EQ-Items bei der ersten Testung (t1: $M = 3,06$; $SD = 0,40$) und dem Retest (t2: $M = 3,06$; $SD = 0,41$). Zusätzlich zeigte eine Korrelation zwischen Test und Retest einen starken Zusammenhang ($r = 0,83$; $p \leq 0,001$). Sehr ähnliche Werte ergaben sich auch für die SQ-Items in der ersten Testung (t1: $M = 2,00$; $SD = 0,41$) und dem Retest (t2: $M = 1,97$; $SD = 0,56$), wobei sich ebenfalls eine starke Korrelation zwischen Test und Retest zeigte ($r = 0,88$; $p \leq 0,001$). Die Analysen zeigen, dass die Test-Retest-Reliabilität für beide Skalen hoch ist und damit mit ähnlichen Studien vergleichbar (z.B. Samson & Huber, 2010).

6.5 Teilstudie 4: Konfirmatorische Überprüfung der Struktur der finalen Items

6.5.1 Methode

Für die Überprüfung der faktoranalytischen Struktur der finalen Items wurde in Teilstudie 4 mit einer deutlich größeren Stichprobe ($N = 3062$; 50,1 % männlich; 49,9 % weiblich; durchschnittliches Alter: $M = 14,92$ Jahre; $SD = 1,63$ Jahre; Altersspanne: 10 bis 19 Jahre) eine konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA) durchgeführt und die interne Konsistenz geprüft. Diese Stichprobe umfasst alle Klassenstufen und die gängigsten Schularten des deutschen Schulsystems. Der Fragebogen bestand aus den endgültigen 14 EQ-Items und 10 SQs-Items der Teilstudie 3 und enthielt keine Fülleritems.

6.5.2 Ergebnisse und Diskussion

Die Daten aus Teilstudie 4 wurden zunächst auf interne Konsistenz überprüft (EQ: Cronbachs $\alpha = 0,85$; SQ: Cronbachs $\alpha = 0,82$) und zeigten für beide Skalen gute Werte (Cronbach, 1951). Weibliche Kinder und Jugendliche ($M = 3,09$; $SD = 0,46$) erzielten höhere Werte als männliche ($M = 2,94$; $SD = 0,48$) bei den finalen 14 Items der verkürzten EQ-Skala (t -Test für unabhängige Stichproben: $t(3.060) = -8,795$; $p \leq 0,001$; $|d| = 0,32$). Umgekehrt erreichten männliche Kinder und Jugendliche ($M = 2,10$; $SD = 0,59$) höhere Werte als weibliche ($M = 1,97$; $SD = 0,62$) bei den finalen 10 Items der verkürzten SQ-Skala (t -Test für unabhängige Stichproben: $t(3.060) = 5,555$; $p \leq .001$, $|d| = 0,20$). Hiermit wurden die Ergebnisse früherer Studien (Samson & Huber, 2010; Wheelwright et al., 2006), bei denen ausschließlich Erwachsene befragt wurden, auch mit deutlich jüngeren Teilnehmern reproduziert, was erneut auf die externe Validität der Konstrukte hinweist.

Durch die Abdeckung aller Klassenstufen und gängigsten Schulformen in Deutschland, eignet sich die Stichprobe auch zu einer querschnittlichen Analyse der Entwicklung von EQ und SQ. Daher wurde eine einfaktorielle ANCOVA mit Klassenstufe als Zwischensubjektfaktor und Gender als Kovariate für EQ und SQ als abhängige Variablen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass es keinen signifikanten Effekt der Klassenstufe auf den Empathisierungs-Wert (EQ) gibt ($F(8, 3052) = 1,658$; $p = 0,104$). Der Effekt der Klassenstufe auf den Systematisierungs-Wert (SQ) jedoch im Gegensatz dazu mit kleiner Effektgröße (Cohen, 1988) signifikant ist ($F(8, 3052) = 7,347$; $p \leq 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,05$). Diese Ergebnisse könnten ein Indiz dafür sein, dass die bisherige Annahme, dass die Neigungen zu einer empathisierenden beziehungsweise systematisierenden Denkweise altersunabhängig sind (Baron-Cohen, 2002), speziell für Kinder und Jugendliche zu überprüfen ist. In neueren Veröffentlichungen (z. B. Baron-Cohen et al., 2014) wird jedoch auch davon berichtet, dass sich die beiden Neigungen, wie auch in der in Kapitel 2.2 vorgestellten Definition eines Personenmerkmals, erst im Erwachsenenalter stabilisieren. Da es sich bei diesen Daten jedoch um Querschnittsdaten handelt, sollten sie mit Vorsicht interpretiert werden. Für verlässliche Aussagen zur Entwicklung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise sowie gegebenenfalls anderen Personenmerkmale ist es notwendig, eine Längsschnittstudie durchzuführen. Solch eine Studie würde es ermöglichen, Veränderungen und Entwicklungen über die Zeit hinweg genauer zu beobachten und zu analysieren.

Zur Prüfung des Zwei-Faktoren-Modells (Faktor 1: „Empathisierend“, Faktor 2: „Systematisierend“), wie theoretisch angenommen und in den vorherigen Teilstudien durch mehrere explorative Faktorenanalysen gezeigt, soll nachfolgend eine konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA) durchgeführt werden. Da die Voraussetzung der Normalverteilung verletzt ist (Mardia: Schiefe = 159.466,84; $p \leq 0,001$; Kurtosis = 557,62;

$p = 0,001$; Henze-Zirkler = 1,13, $p \leq 0,001$), wird die CFA als eine Maximum-Likelihood-Schätzung mit robusten Standardfehlern und einer Satorra-Bentler-skalierten Teststatistik (MLM) durchgeführt (Kline, 2023, S. 161). Die Faktorladungen der CFA sind als eigene Spalten in Tabelle A. 2 im Anhang dargestellt. Die Fit-Indizes ($\chi^2 = 1614,40$; $df = 251$; SRMR = 0,038; CFI = 0,917; TLI = 0,908; RMSEA = 0,045) deuten auf ein zufriedenstellendes Modell hin. Alle Fit-Indizes liegen innerhalb guter Grenzwerte (Hu & Bentler, 1999, S. 27).

6.6 Teilstudie 5: Umfassende Überprüfung der Validität des gekürzten und adaptierten Instrumentes

6.6.1 Methode

In einer abschließenden fünften Teilstudie wurde die Validität des gekürzten und für eine jüngere Zielgruppe adaptiertes Instrument geprüft. Dafür wurden die Zusammenhänge zwischen dem neuen Instrument und Gender, Kurswahl in der Sekundarstufe II, Noten in Mathematik und Physik sowie das Interesse an MINT-Fächern mit bestehenden Studien verglichen. Da bestehende Studien in der Regel hauptsächlich erwachsene Personen als Stichprobe untersuchten, wurde für die umfassende Validitätsprüfung eine erweiterte Version des Fragebogens von einigen älteren Schülerinnen und Schülern ausgefüllt. Dieses Vorgehen zielt darauf ab, eine sinnvolle Verbindung zu den Ergebnissen bestehender Studien herzustellen.

Insgesamt nahmen 205 Kinder und Jugendliche aus Teilstudie 4 an dieser zusätzlichen Validitätsprüfung teil (47,8 % männlich; 52,2 % weiblich; Durchschnittsalter: $M = 15,91$ Jahre; $SD = 0,78$ Jahre; Altersspanne: 15 bis 19 Jahre). Der Fragebogen bestand aus den finalen 14 EQ-Items und 10 SQ-Items der Teilstudie 3 und enthielt erneut keine Fülleritems. Ergänzt wurde der Fragebogen um Items zur Erfassung der letzten Mathematik- und Physikzensuren.⁶ (z. B. „Bitte geben Sie Ihre letzte Mathematiknote an“), des Interesses an verschiedenen Schulfächern.⁷ (z. B. „Bitte geben Sie an, wie interessiert Sie an den unten aufgeführten Fächern sind“) und der MINT-Leistungskurswahl in der Sekundarstufe II.⁸

⁶ Da das deutsche Notensystem im Gegensatz zum internationalen Standard invertiert ist (niedrigere Zahlen = bessere Leistung), wurden die erhobenen Schulnoten in den Analysen invertiert, um die gleiche Orientierung wie in früheren Studien zu erhalten und somit eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

⁷ MINT-Fächer (engl. STEM): Mathematik, Biologie, Chemie, Physik und Informatik. Nicht-MINT-Fächer: Englisch, Französisch, Spanisch, Latein, Geschichte, Philosophie, Pädagogik, Geografie, Gesellschaftswissenschaften, Religionsunterricht, Sportunterricht, Musik, Kunst und Sport.

⁸ Leistungskurse: Schülerinnen und Schüler, die an der Teilstudie teilnahmen, können zwei Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau wählen.

6.6.2 Ergebnisse und Diskussion

Die Werte für Cronbachs α der EQ-Skala (Cronbachs $\alpha = 0,89$) und der SQ-Skala (Cronbachs $\alpha = 0,81$) waren erneut gut und vergleichbar mit denen der Teilstudie 4, was erneut auf die Stabilität der internen Konsistenz hinweist (Cronbach, 1951).

Gender und Wahl von MINT-Leistungskursen in der Sekundarstufe II

Bestehende Studien weisen auf einen Unterschied zwischen der Studienwahl für Natur- oder Geisteswissenschaften (Billington et al., 2007; Focquaert et al., 2007; Kidron et al., 2018; Wakabayashi, Baron-Cohen & Wheelwright, 2006) und der Ausprägung der Neigung zu einer empathisierenden beziehungsweise systematisierenden Denkweise hin. Um vergleichbare Analysen mit Schülerinnen und Schülern durchzuführen, wurden die befragten Personen in zwei Gruppen unterteilt: Gruppe „MINT“, enthält Personen, die mindestens einen MINT-Leistungskurs gewählt haben (51,2 %) und Gruppe „Nicht MINT“, die keinen MINT-Leistungskurs gewählt haben (48,8 %).

Die Mittelwerte für EQ und SQ sind in Tabelle 9 dargestellt. Für den Vergleich der beiden Gruppen wurde eine zunächst wie in bestehenden Studien (z. B. bei Wakabayashi, Baron-Cohen & Wheelwright, 2006) eine ANOVA für EQ nach Gender und MINT-Leistungskurswahl durchgeführt. Die Analyse ergab keinen statistisch signifikanten Haupteffekt von Gender auf die Ausprägung der Neigung zu einer empathisierenden Denkweise ($F(1, 201) = 3,739$; $p = 0,055$), aber deskriptiv hatten Mädchen etwas höhere Werte auf der EQ-Skala als Jungen. Die Analyse zeigt allerdings einen Haupteffekt der MINT-Leistungskurswahl auf die Stärke der Neigung zu einer empathisierenden Denkweise ($F(1, 201) = 5,802$; $p = 0,017$), was bedeutet, dass Schülerinnen und Schüler ohne MINT-Leistungskurs eine stärkere Neigung zu einer empathisierenden Denkweise haben als Schülerinnen und Schüler mit mindestens einem MINT-Leistungskurs. Dies ist ein kleiner Effekt ($f = 0,17$). Der Interaktionsterm zwischen MINT-Leistungskurswahl und Gender war nicht signifikant.

Analog wurde eine ANOVA für SQ, Gender und MINT-Leistungskurswahl durchgeführt. Erneut war der Haupteffekt von Gender nicht signifikant ($F(1, 201) = 2,937$; $p = 0,088$). Allerdings hatten Jungen deskriptiv höhere Werte auf der SQ-Skala als Mädchen. Erneut gab es einen Haupteffekt der MINT-Leistungskurswahl auf die Ausprägung der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise ($F(1, 201) = 15,229$; $p \leq 0,001$), was bedeutet, dass Schülerinnen und Schüler mit MINT-Leistungskurs eine stärkere Neigung zu einer systematisierenden Denkweise besitzen als Schülerinnen und Schüler ohne MINT-Leistungskurs, mit mittlerer Effektstärke ($f = 0,26$). Der Interaktionsterm zwischen MINT-Leistungskurswahl und Gender war erneut nicht signifikant. Diese Ergebnisse stimmen mit den Befunden bestehender Studien überein (Billington et al., 2007; Wakabayashi, Baron-Cohen & Wheelwright, 2006).

Ergänzend zu den bereits beschriebenen Ergebnissen wurde in einer weiteren Analyse untersucht, ob die Kurswahl eines Schülers beziehungsweise einer Schülerin basierend auf ihren EQ- und SQ-Werten mithilfe einer Poisson-Regression vorhergesagt werden kann.

Für die Analyse wurde die Anzahl der MINT-Leistungskurse (0, 1 oder 2) einer Person als abhängige Variable genutzt und EQ, SQ, Alter und Gender als unabhängige Variablen. Die Ergebnisse zeigen, dass dieses Modell mit den vier Prädiktoren (EQ, SQ, Alter und Gender) im Vergleich zum Nullmodell eine signifikante Verbesserung des Modell-Fits darstellt ($\chi^2(4) = 17,044$; $p = 0,002$). Der Einfluss von Gender ($p = 0,969$) und Alter ($p = 0,154$) war nicht signifikant. Der Einfluss von EQ als Prädiktor auf die logarithmische Anzahl MINT-Leistungskurse war negativ und signifikant ($B = -0,381$; $s.e. = 0,165$; $p = 0,021$). Das Inzidenzratenverhältnis (IRR = Incidence Rate Ratio) zeigt, dass für jeden Punkt im Mittelwert des EQ die Anzahl MINT-Leistungskurse um 31,7 % abnahm. Der SQ erwies sich als positiver und signifikanter Prädiktor ($B = 0,446$; $s.e. = 0,148$; $p = 0,003$) für die logarithmische Anzahl der gewählten MINT-Leistungskurse. Das IRR zeigt, dass für jeden zusätzlichen Punkt im Mittelwert des SQ die Anzahl der MINT-Leistungskurse um 56,2 % zunahm.

Tabelle 9: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Neigungen zu empathisierender (EQ) und systematisierender Denkweise (SQ) für die deutschsprachige Kurzversion für Lernende mit MINT-Leistungskurs oder Nicht-MINT-Leistungskurs. Diese Tabelle wurde bereits in englischer Sprache publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

		Männlich		Weiblich		Gesamt	
		N	M (SD)	N	M (SD)	N	M (SD)
EQ	MINT	49	2,78 (0,49)	56	3,05 (0,54)	105	2,92 (0,53)
	Nicht MINT	49	3,08 (0,38)	51	3,08 (0,54)	100	3,08 (0,46)
	Gesamt	98	2,93 (0,46)	107	3,06 (0,54)	205	3,00 (0,50)
SQ	MINT	49	2,08 (0,50)	56	2,10 (0,60)	105	2,09 (0,55)
	Nicht MINT	49	1,93 (0,58)	51	1,65 (0,50)	100	1,79 (0,56)
	Gesamt	98	2,00 (0,55)	107	1,89 (0,59)	205	1,94 (0,57)

Noten in Mathematik und Physik

Svedholm-Häkkinen und Lindeman (2016) berichten von einem Zusammenhang der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und Noten in Mathematik und Physik: Unter Kontrolle von Gender korreliert der SQ positiv mit den Noten in Mathematik und Physik. Analoge Analysen der Daten aus Teilstudie 5 zeigen ebenfalls, dass die Mathematiknote ($r = 0,258$; $|d| = 0,534$; $p \leq 0,001$) und Physiknote ($r = 0,261$; $|d| = 0,541$; $p \leq 0,001$) der Kinder und Jugendlichen signifikant mit der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise korreliert, in beiden Fällen mit mittlerer Effektstärke (Cohen, 1988). Für die Neigung zu empathisierender Denkweise wurde deskriptiv ein leicht entgegengesetzter Trend beobachtet, wobei die Korrelation von EQ mit der Mathematiknote ($r = -0,085$; $|d| = 0,171$; $p = 0,229$) und der Physiknote ($r = 0,060$; $|d| = 0,120$; $p = 0,394$) nicht signifikant ist. Diese Ergebnisse stimmen mit den Befunden der früheren Studie überein (Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016).

Zusätzlich wurden zwei multiple lineare Regressionen durchgeführt, bei denen die Mathematiknote ($F(4, 200) = 3,809$; $p = 0,005$; korr. $R^2 = 0,052$) und die Physiknote ($F(4, 200) = 4,350$; $p = 0,002$; korr. $R^2 = 0,062$) als abhängige Variablen und EQ, SQ, Alter sowie Gender als unabhängige Prädiktorvariablen verwendet wurden. In beiden Regressionen trägt nur die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise statistisch signifikant zur Vorhersage der Mathematiknote ($\beta = 0,254$; $p \leq 0,001$) und Physiknote ($\beta = 0,273$; $p \leq 0,001$) bei.

Interesse an MINT-Fächern

Studien zeigen, dass die Motivation von Schülerinnen und Schülern, Naturwissenschaften zu lernen, direkt von ihrer Neigung zu einer systematisierenden Denkweise beeinflusst wird und bislang kein direkter Zusammenhang zwischen einer Neigung zu einer empathisierenden Denkweise oder Gender auf die Motivation Naturwissenschaften zu lernen festgestellt wurde (Zeyer, 2010; Zeyer et al., 2012; Zeyer & Wolf, 2010). Für eine weitere Validitätsprüfung wird daher das Interesse von Schülerinnen und Schülern an MINT-Fächern untersucht und mit den Ergebnissen der Studien von Zeyer und Kolleginnen und Kollegen verglichen. Dies ist möglich, da Interesse als eine inhaltspezifische motivationale Eigenschaft beschrieben werden kann, die sich aus intrinsischen, gefühlsbezogenen und wertbezogenen Valenzen zusammensetzt (U. Schiefele, 1991, S. 299). Zusätzlich wurde nachgewiesen, dass ein starkes Interesse an Mathematik eng mit der intrinsischen Motivation, Mathematik zu lernen, verknüpft ist (U. Schiefele, 1991).

Mit den Daten aus Teilstudie 5 konnte festgestellt werden, dass das Interesse von Schülerinnen und Schülern an MINT-Fächern positiv mit großer Effektstärke mit der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise korreliert ($r = 0,454$; $|d| = 1,019$; p

$\leq 0,001$) und negativ mit der Neigung zu einer empathisierenden Denkweise ($r = -0,246$; $|d| = 0,508$; $p \leq 0,001$) mit einer mittleren Effektstärke (Cohen, 1988).

Dieser Zusammenhang zeigt sich auch bei Betrachtung einer multiplen linearen Regression mit dem Interesse an MINT-Fächern als abhängiger Variable und EQ, SQ, Alter und Gender als unabhängige Variablen ($F(4, 199) = 18,142$; $p \leq 0,001$; korr. $R^2 = 0,252$), denn nur die Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ) ($\beta = -0,182$; $p = 0,004$) und zu systematisierender Denkweise (SQ) ($\beta = 0,434$; $p \leq 0,001$) tragen statistisch signifikant zur Vorhersage des Interesses der Schülerinnen und Schüler an MINT-Fächern bei.

6.7 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel dieser ersten Studie war es, eine deutschsprachige Kurzversion zur Erhebung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweisen für Kinder und Jugendliche (Alter ca. 10 – 19 Jahre) ausgehend von bestehenden und erprobten Erhebungsinstrumenten (Baron-Cohen, 2004b) zu entwickeln. Diese Maßnahme war erforderlich, da alle bisher veröffentlichten verkürzten Skalen zur Messung der beiden Denkweisen hauptsächlich für Erwachsene (über 18 Jahre) konzipiert wurden und sich in Vorstudien als ungeeignet für die Anwendung bei jüngeren Personen erwiesen hatten. Zwar gibt es Studien sowie Instrumente für Kinder, jedoch basieren diese hauptsächlich auf Befragungen der Erziehungsberechtigten. Dies erscheint für zukünftige Forschungsarbeiten als wenig praktikabel, weshalb die Entwicklung eines Instruments zur Selbsteinschätzung, analog zu dem bei Erwachsenen verwendeten, angestrebt werden sollte.

Die Adaption und Kürzung der EQ- und SQ-Skalen erfolgte dabei über ein bereits erprobtes mehrschrittiges Verfahren und umfassender Reliabilitäts- und Validitätsprüfung.

Die interne Konsistenz der gekürzten und adaptierten Skalen erwies sich als gut (Daten aus Teilstudie 4 zeigen für EQ: Cronbachs $\alpha = 0,85$, für SQ: Cronbachs $\alpha = 0,82$; Cronbach, 1951). Die Retest-Reliabilität entsprach ebenfalls dem Bereich anderer Kurzversionen (Samson & Huber, 2010) und kann somit ebenfalls als zufriedenstellend eingestuft werden. Die Prüfung der beiden Skalen auf externe Validität zeigte eine gute Übereinstimmung mit bestehenden Quellen in Bezug auf Gender (z. B. Baron-Cohen, 2002; Greenberg et al., 2018; Wakabayashi, Baron-Cohen & Wheelwright, 2006; Wheelwright et al., 2006), die Wahl von MINT-Leistungskursen in der Sekundarstufe II (z. B. Billington et al., 2007; Wakabayashi, Baron-Cohen, Wheelwright et al., 2006; Zeyer, 2010), Noten in Mathematik und Physik (Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016) sowie dem Interesse an MINT-Fächern (Zeyer et al., 2012).

Die vorliegenden adaptierten und gekürzten EQ-SQ-Skalen enthalten nur positiv formulierte Items, wie in Teilstudie 1 erläutert. Auch wenn die Problematik invertiert formulierter Items ein bekanntes methodisches Problem zu sein scheint, muss dies als eine Limitation betrachtet werden und in zukünftigen Studien mit methodischem Fokus die Faktorstruktur von negativ formulierten Items bei Kindern und Jugendlichen genauer untersucht werden.

Abschließend liegt nun eine deutschsprachige Kurzversion zur Erfassung der Neigungen zu empathisierenden und systematisierenden Denkweisen bei Kindern und Jugendlichen im Rahmen der Empathizing-Systemizing-Theorie vor. Die Stärken dieses Instruments bestehen darin, dass durch die Kürzung schnellere Erhebungen ermöglicht werden und die kompakte Form eine gleichzeitige Erhebung weiterer Personenmerkmale erlaubt, um eine präzisere Charakterisierung von Personen zu erreichen.

Dieses Instrument bildet die Grundlage für die nachfolgenden Studien, in denen es in verschiedenen Bildungskontexten angewendet wird. Ziel ist es zunächst, die Zusammenhänge zwischen den beiden Neigungen und dem Interesse an verschiedenen Schulfächern (Kapitel 7), insbesondere mit einem besonderen Fokus auf das Fach Physik (Kapitel 8), zu untersuchen.

Damit kann das erste Ziel dieser Arbeit

Ziel 1

Kürzung und Adaption eines englischsprachigen Erhebungsinstrumentes zur Messung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise bei Kindern und Jugendlichen im deutschsprachigen Raum.



als erreicht angesehen werden.

7 Zusammenhang von Gender, empathisierender und systematisierender Denkweise sowie dem Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer

Da nun ein Erhebungsinstrument vorliegt, mit dem die Neigungen zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise bei Kindern und Jugendlichen erhoben werden können, sollen nun in einer ersten Studie die Zusammenhänge zwischen diesen beiden Personenmerkmalen und Gender, als bisher häufig genutztes Merkmal, und dem Fachinteresse an unterschiedlichen Schulfächern untersucht werden. Methodisch sollen dazu in Anlehnung an bestehende Studien (z. B. Zeyer, 2018; Zeyer et al., 2012) Pfadmodelle genutzt werden, um das Fachinteresse zu modellieren. Das Ziel der Studie im nachfolgenden Kapitel kann daher festgehalten werden als:

Ziel 2	<i>Modellierung des Zusammenhanges zwischen dem Fachinteresse ausgewählter Schulfächer (Geisteswissenschaften und MINT) und Gender, sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise.</i>
---------------	---

Die Inhalte und Ergebnisse dieses Kapitels sind bereits veröffentlicht in Welberg, Streitberger et al. (2025).

7.1 Forschungsfrage und Hypothesen

Im theoretischen Hintergrund (Kapitel 2.4) konnten Zusammenhänge zwischen einer Neigung zu systematisierender Denkweise und dem Interesse an MINT-Fächern, wie zum Beispiel Mathematik, Technik und Physik gefunden werden. Diese Zusammenhänge konnten in nachfolgenden Studien in Bezug auf das Lernen von Chemie und Physik bestätigt werden (Zeyer, 2018). Hier zeigte sich in der Modellierung im Pfadmodell, dass es einen direkten Zusammenhang zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und der Motivation Chemie oder Physik zu lernen gibt, der Zusammenhang zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise und der Motivation Chemie oder Physik zu lernen nicht signifikant ist. Für das Nicht-Vorhanden-

seins des Zusammenhangs gibt es jedoch keine eindeutige Begründung. Man kann sich daher nun die Frage stellen, ob die Neigung zu empathisierender Denkweise in anderen Fächern signifikant wird und somit als Prädiktor fungiert und dieser Nicht-Zusammenhang etwas Spezifisches für Chemie und Physik ist, denn in der genannten Studie von Zeyer (2018) brachte eine analoge Modellierung für die Motivation Biologie zu lernen keinen zufriedenstellenden Modell-Fit hervor.

In der folgenden Studie sollen daher die Zusammenhänge zwischen den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise, Gender und dem Fachinteresse an unterschiedlichen Schulfächern untersucht werden. Dabei sollen sowohl MINT-Fächer (Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik, Physik) als auch geisteswissenschaftliche Fächer (Deutsch, Englisch Geografie, Geschichte, Politik) analysiert werden. Die Unterteilung in MINT- und geisteswissenschaftliche Fächer erfolgt dabei in Anlehnung an bestehenden Studien (z. B. Billington et al., 2007; Focquaert et al., 2007; Zeyer, 2010; Zeyer & Wolf, 2010).

Das zweite Ziel dieser Arbeit kann in Form der folgenden Forschungsfrage formuliert werden:

Forschungsfrage	<i>Welche Zusammenhänge lassen sich für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I zwischen Gender, den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer modellieren?</i>
------------------------	---

Basierend auf den empirischen Befunden zur Modellierung der Motivation Naturwissenschaften zu lernen (Zeyer & Wolf, 2010), bei denen ein alleiniger Einfluss der Neigung zu systematisierender Denkwiese auf die Motivation festgestellt wurde, der Ausprägung der Neigungen zu systematisierender Denkweise, die bei Schülerinnen und Schülern in MINT-Vertiefungskursen stärker war (Zeyer, 2018; Zeyer et al., 2013) sowie im Kontext universitärer Studiengangwahlen in MINT- und geisteswissenschaftlichen Fächern (Billington et al., 2007; Focquaert et al., 2007; Kidron et al., 2018), lassen sich drei mögliche Modelle formulieren, die das Fachinteresse von Schülerinnen und Schülern an unterschiedlichen Schulfächern beschreiben können (siehe Abbildung 12):

Hypothese 1	<i>Das Fachinteresse an geisteswissenschaftlichen Fächern wird durch Modell A beschrieben.</i>
Hypothese 2	<i>Das Fachinteresse an Biologie wird durch Modell B beschrieben.</i>

Hypothese 3

Das Fachinteresse an MINT-Fächern außer Biologie wird durch Modell C beschrieben.

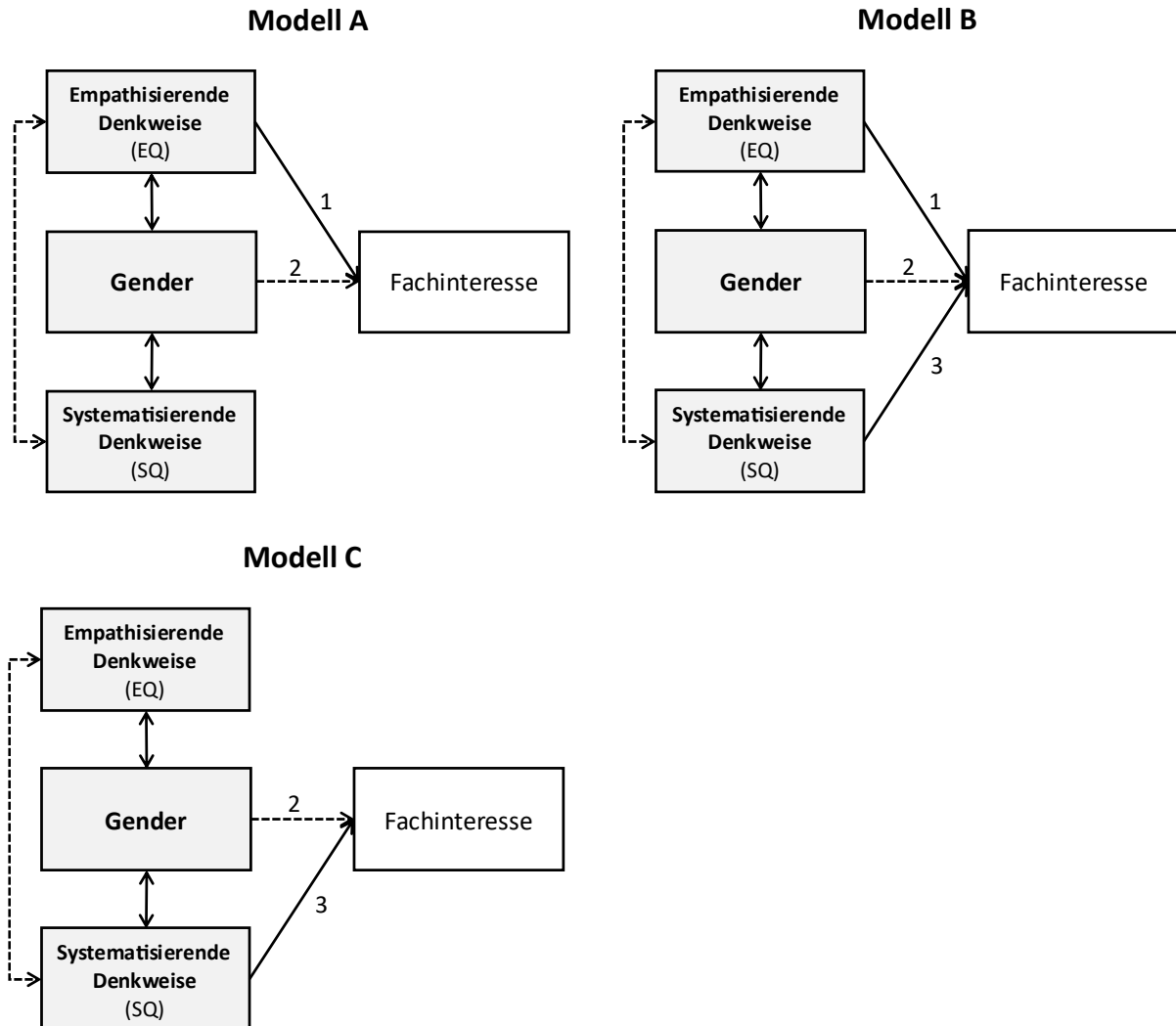


Abbildung 12: Mögliche Modelle zur Modellierung des Zusammenhangs zwischen Gender, den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer. Die Abbildung ist bereits in ähnlicher Form publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

7.2 Methodisches Vorgehen

7.2.1 Stichprobe und Untersuchungsdesign

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden insgesamt 765 Schülerinnen und Schüler (42,7 % männlich; 57,3 % weiblich) der Klassen 6 bis 10 mit einem Durchschnittsalter von 13,92 Jahren ($SD = 1,38$) befragt. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Umfrage waren Lernende an sieben verschiedenen Gymnasien in Nordrhein-Westfalen. Die Schülerinnen und Schüler nahmen im Rahmen ihres regulären Unter-

richts freiwillig an der Befragung teil. Datensätze wurden nachträglich ausgeschlossen, wenn zu viele Fragen nicht beantwortet wurden. Da weniger als 1 % der Schülerinnen und Schüler als Genderzugehörigkeit „divers“ angaben, wurden auch diese Datensätze entfernt, da der Stichprobenumfang für die angedachten Analysen zu gering war.

7.2.2 Verfahren und Instrumente

Die Schülerinnen und Schüler füllten, je nach technischer Voraussetzung ihrer Schule, einen Fragebogen auf einer Online-Plattform oder mittels Papier-Bleistift-Version aus. Es wurden dabei keine Unterschiede zwischen der Papier-Bleistift-Variante und der Online-Version festgestellt. Die Schulen, die an dieser Erhebung teilnahmen, wurden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, und ihre Auswahl ergab keine besondere Häufung bestimmter Merkmale, zum Beispiel in Bezug auf einen Schwerpunkt in bestimmten Fächern oder den sozialen Hintergrund der Lernenden. Der Fragebogen bestand aus einer kurzen Einführung zum Hintergrund der Erhebung und den folgenden drei Fragenblöcken:

- 1.)** Demografische Angaben (Gender, Klassenstufe, Alter)
- 2.)** Deutsche Kurzversion zur Erhebung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise bei Kindern und Jugendlichen (siehe Kapitel 6 oder Welberg et al. (2024a)).
- 3.)** Fachinteresse verschiedener Schulfächer (MINT: Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik, Physik; Geisteswissenschaften: Deutsch, Englisch Geografie, Geschichte, Politik)

Die Schülerinnen und Schüler wurden von einer instruierten Lehrkraft oder einer anderen studienverantwortlichen Person angewiesen, jede Frage sorgfältig zu lesen und auf einer vierstufigen Likert-Skala zu bewerten, wie stark die einzelnen Punkten auf sie zutreffen oder nicht zutreffen (EQ-SQ-Fragebogen: 1 = trifft nicht zu; 2 = trifft eher nicht zu; 3 = trifft eher zu; 4 = trifft voll zu; Fachinteresse: 1 = interessiert mich nicht; 2 = interessiert mich eher nicht; 3 = interessiert mich eher; 4 = interessiert mich stark).

Die Skalen zur Erhebung von EQ (Cronbachs $\alpha = 0,85$) und SQ (Cronbachs $\alpha = 0,81$) weisen eine gute interne Konsistenz auf (Cronbach, 1951). Tabelle A. 4 im Anhang zeigt die im Fragebogen verwendeten Skalen mit zusätzlichen statistischen Gütekriterien. Für das Fachinteresse an Schulfächern wurde jeweils nur ein Item pro Fach genutzt, um die Bearbeitungszeit des Fragebogens in einem angemessenen Rahmen zu halten. Damit dieses Vorgehen gerechtfertigt werden kann, wurde exemplarisch für das Fach Physik die Erhebung mittels Einzelitem mit der einer 11-Item Skala nach

Bergmann (2020) verglichen (siehe Anhang Kapitel 15.2). Die Ergebnisse zeigen eine starke Korrelation ($r = 0,78$; $p \leq 0,001$) zwischen Einzelitem und 11-Item-Skala, weshalb für die nachfolgenden Analysen pro Fach nur ein Item genutzt wird.

Für die Analyse wurden die Software *IBM SPSS Statistics* (Version 29.0.2.0 (20)) und *IBM SPSS AMOS* (Version 29.0.0) verwendet.

7.3 Ergebnisse

Bevor die Ergebnisse zur Modellierung des Fachinteresses präsentiert werden, werden deskriptive Statistiken in Bezug auf die Forschungsfrage dargestellt. Für die Interpretation der Effektgrößen wird Pearsons r verwendet (siehe Tabelle 5). Interpretation der Pfadmodelle werden die Gütemaße von Weiber und Sarstedt (2021) verwendet (siehe auch Tabelle 8).

7.3.1 Deskriptive Statistiken

Tabelle 10 zeigt die deskriptiven Statistiken für das Fachinteresse der unterschiedlichen Schulfächer. Das geringste Fachinteresse zeigten die Schülerinnen und Schüler im Fach Informatik ($M = 2,30$; $SD = 1,07$; MINT), aber auch Deutsch ($M = 2,34$; $SD = 0,81$; Geisteswissenschaften), Chemie ($M = 2,35$; $SD = 1,05$; MINT) und Physik ($M = 2,40$; $SD = 1,02$; MINT) sind Schulfächer mit ähnlich geringem Fachinteresse. Die befragten Schülerinnen und Schüler geben das stärkste Fachinteresse an Englisch an ($M = 2,97$; $SD = 0,81$; Geisteswissenschaften).

Tabelle 10: Deskriptive Statistiken des Fachinteresses an verschiedenen Schulfächern. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Fachinteresse	N	M	SD
MINT			
Biologie	764	2,69	0,90
Chemie	681	2,35	1,05
Informatik	665	2,30	1,07
Mathematik	765	2,65	1,00
Physik	765	2,40	1,02
Geisteswissenschaften			
Deutsch	596	2,34	0,81
Englisch	596	2,97	0,81
Geografie	591	2,67	0,91
Geschichte	592	2,68	0,99
Politik	765	2,60	0,92

Die Korrelationen zwischen den drei Personenmerkmalen und dem Fachinteresse an den verschiedenen Schulfächern finden sich in Tabelle 11.

Tabelle 11: Korrelationen zwischen allen erhobenen Variablen (Pearsons r ; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$). Gender wurde kodiert als männlich = 1; weiblich = 2. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

		Gender	EQ	SQ
Personen-merkmale	EQ	0,14***	-	0,07*
	SQ	-0,14***	0,07*	-
MINT	Biologie	0,13***	0,13***	0,21***
	Chemie	-0,15***	n.s.	0,26***
	Informatik	-0,39***	-0,10**	0,25***
	Mathematik	-0,13***	n.s.	0,22***
	Physik	-0,31***	n.s.	0,35***
Geisteswis-senschaften	Deutsch	0,17***	0,20***	0,12**
	Englisch	n.s.	0,09*	n.s.
	Geografie	-0,12**	0,12**	0,17***
	Geschichte	-0,22***	n.s.	0,16***
	Politik	-0,07*	0,13***	0,08*

7.3.2 Modellierung der Zusammenhänge zwischen Gender den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer

Zur Modellierung der Zusammenhänge zwischen Gender den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer wurden für jedes Schulfach separat explorativ manifeste Pfadmodelle geschätzt. Die resultierenden Pfadmodelle wurden anschließend einem der Modelle aus Abbildung 12 zugeordnet. Dabei wurden die folgenden Annahmen gemacht:

- 1.) Theoretische und empirischen Befunde (siehe Kapitel 2.4 und Kapitel 3.4) zeigen Zusammenhänge zwischen Gender und den Neigungen zu empathisierender sowie systematisierender Denkweise auf, die nicht gerichtet erscheinen. Aus diesem Grund bilden das Geschlecht sowie die Neigungen zu empathisie-

render und systematisierender Denkweise die oberste Ebene des Pfadmodells. Darüber hinaus werden zwischen diesen drei exogenen Variablen ungegerichtete Zusammenhänge angenommen.

- 2.) Die drei Personenmerkmale, basierend auf theoretischen Überlegungen und empirischen Befunden (Zusammenfassung siehe Kapitel 4) werden als Prädiktoren für das Fachinteresse am jeweiligen Schulfach (gerichtete Zusammenhänge) angenommen.
- 3.) Zusätzlich ist anzumerken, dass die Verteilungen der Mittelwerte im Q-Q-Diagramm der Neigungen zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise in den Randbereichen leicht von einer Normalverteilung abweichen. Da die beiden Neigungen jedoch auf einer vierstufigen Likert-Skala erhoben wurden, ist die geringe Abweichung der Normalverteilung vermutlich auf diesen Umstand zurückzuführen.

Es werden zunächst alle möglichen Pfade im jeweiligen Modell zugelassen und anschließend schrittweise reduziert. Berichtet werden im Anschluss nur die Zusammenhänge, deren Pfadkoeffizienten signifikant sind.

Tabelle 12 zeigt die Zuordnung der Schulfächer zu den Modellen aus Abbildung 12 inklusive statistischer Gütekriterien. Eine Visualisierung der entsprechenden Pfadmodelle findet sich im Anhang, Kapitel 15.6.

*Tabelle 12: Zugeordnete Modelle inklusive statistischer Kriterien * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.*

Fach	Modell	β_1 (EQ)	β_2 (Gender)	β_3 (SQ)	R^2	χ^2/df	CFI	RMSEA	SRMR	p
MINT										
Biologie	B	0,09*	0,15***	0,23***	0,08	4,07	0,97	0,06	0,02	0,04
Chemie	C	-	-0,12**	0,24***	0,08	1,86	0,98	0,04	0,02	0,16
Informatik	C	-	-0,36***	0,20***	0,19	2,15	0,99	0,04	0,02	0,12
Mathematik	C	-	-0,10**	0,20***	0,06	0,95	1,00	0,00	0,01	0,33
Physik	C	-	-0,27***	0,31***	0,19	0,49	1,00	0,00	0,01	0,49
Geisteswissenschaften										
Deutsch	B	0,16***	0,16***	0,13**	0,07	3,66	0,96	0,07	0,03	0,06
Englisch	A	0,09*	-	-	0,01	2,14	0,91	0,04	0,03	0,09

Zusammenhang zwischen Gender, EQ, SQ und FI Schulfächer

Geografie	B	0,13**	-0,12**	0,14***	0,05	3,25	0,96	0,06	0,02	0,07
Geschichte	C	-	-0,20***	0,13**	0,06	3,38	0,94	0,06	0,04	0,04
Politik	A	0,14***	-0,09**	-	0,03	2,39	0,98	0,04	0,02	0,12

7.4 Limitationen

Bevor die vorliegenden Ergebnisse abschließend diskutiert werden, sollen vorab die Limitationen dieser Studie betrachtet werden.

Erstens konzentrieren sich die Daten ausschließlich auf Gymnasien in Deutschland, was die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse auf andere Bildungseinrichtungen einschränken kann. Bei dieser Schulform handelt es sich oft um eine Einrichtung mit einer bestimmten akademischen Ausrichtung und einer demografischen Zusammensetzung der Lernenden, die möglicherweise nicht repräsentativ für alle Schülerinnen und Schüler ist. Daher könnten die Ergebnisse das Fachinteresse von Schülerinnen und Schülern anderer Schularten nicht exakt widerspiegeln.

Zweitens wurden in der Studie nicht alle möglichen Schulfächer einbezogen (z. B. Philosophie, Musik, Kunst, Sport). Dies hat als Grundlage, dass in Anlehnung an bestehende Studien vorerst der Vergleich zwischen MINT und Geisteswissenschaften untersucht werden sollte. Es kann daher sein, dass weitere interessante Zusammenhänge nicht berücksichtigt worden sind, welche in zukünftigen Studien untersucht werden sollten, um die gesamte Bandbreite der Interessen von Schülerinnen und Schülern in allen Schulfächern widerzuspiegeln.

Drittens wurde das Fachinteresse der Schülerinnen und Schüler an den Fächern lediglich durch ein Einzelitem pro Fach gemessen. Auch wenn eine Untersuchung im Fach Physik zeigte, dass dieses Vorgehen durchaus sinnvoll erscheint, kann es sein, dass die vereinfachte Erhebung die Vielschichtigkeit des Fachinteresses, wie es in einer Skala mit mehreren Items erhoben werden könnte, nicht berücksichtigt wurde.

Viertens wurden zur Erfassung der Neigungen zu empathisierendem (EQ) und systematisierendem (SQ) Denken ausschließlich Selbstauskünfte verwendet. Die Teilnehmenden sind möglicherweise nicht immer in der Lage, wahrheitsgemäße oder genaue Antworten zu geben, was die Gültigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse beeinflussen könnte.

7.5 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde festgestellt, dass das Fachinteresse der Schülerinnen und Schüler an Englisch und Politik, beide den Geisteswissenschaften zugehörig, durch Modell A beschrieben werden kann, welches nur Gender und die Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ) berücksichtigt. Das Fachinteresse an Biologie (ei-

nem MINT-Fach), Geografie und Deutsch (Geisteswissenschaften) lässt sich durch Modell B beschreiben, welches neben Gender und Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ) auch die Neigung zu systematisierender Denkweise (SQ) einbezieht. Für die Fächer Chemie, Informatik, Mathematik, Physik (allesamt MINT-Fächer) und Geschichte (eine Geisteswissenschaft) kann hingegen Modell C zur Beschreibung der Zusammenhänge genutzt werden, welches nur Gender und die Neigung zu systematisierender Denkweise (SQ) einbezieht.

Die Ergebnisse stimmen nur eingeschränkt mit den zuvor aufgestellten Hypothesen 1 bis 3 überein. Insbesondere die Ergebnisse der MINT-Fächer (ohne Biologie) sind konform zu Hypothese 1, während sie in den Geisteswissenschaften nicht vollständig konsistent mit der zuvor formulierten Hypothese 2 sind. Basierend auf bestehenden Ergebnissen zur Motivation Biologie zu lernen (Zeyer, 2018) konnte bereits vorab vermutet werden, dass sich die Modellierung des Fachinteresses Biologie möglicherweise anders als bei den anderen MINT-Fächern verhält. Ein wenig überraschend war, dass sich das Fachinteresse Geschichte in derselben Art wie MINT-Fächer modellieren lässt, obwohl es sich bei Geschichte um eine Geisteswissenschaft handelt. Es kann vermutet werden, dass das Fach Geschichte, durch seine strukturelle Ausrichtung an Epochen und Zeitphasen viele systematisierende Unterrichtselemente besitzt, die einer Neigung zu einer systematisierenden Denkweise entgegenkommen. Dies bedarf allerdings weiteren Analysen und kann zum aktuellen Zeitpunkt nur vermutet werden.

Insgesamt erweist sich die Modellierung des Fachinteresses in den Geisteswissenschaften als weniger eindeutig als im Bereich der MINT-Fächer. Dennoch kann das Interesse hier überwiegend durch die Modelle A und B beschrieben werden, wobei Geschichte eine Ausnahme darstellt. Abschließend ist festzuhalten, dass das Fachinteresse vor allem in den Geisteswissenschaften durch eine Neigung zu empathisierender Denkweise und Gender charakterisiert werden kann. Das Interesse an den MINT-Fächern ist hingegen nahezu ausschließlich durch Gender und eine Neigung zu systematisierender Denkweise bestimmt.

7.6 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Studie sollte das in Kapitel 6 entwickelte Erhebungsinstrument genutzt werden, um mögliche Zusammenhänge zwischen dem Fachinteresse an verschiedenen Schulfächern aus Geisteswissenschaften und MINT und den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen sich konform mit bestehenden Ergebnissen bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II (Zeyer, 2018; Zeyer et al., 2012) zur Motivation Naturwissenschaften zu lernen und sind auf die Ergebnisse bei Studierenden und ihrer Studienwahl übertragbar (Billington et al., 2007; Kidron et al., 2018). Zeigten bisherige

Studien meist keinen Einfluss von Gender, so konnte in beinahe allen Pfadmodellierungen ein zusätzlicher Einfluss durch Gender auf das Fachinteresse beobachtet werden.

Es kann nun das zweite Ziel dieser Arbeit

Ziel 2

Modellierung des Zusammenhanges zwischen dem Fachinteresse ausgewählter Schulfächer (Geisteswissenschaften und MINT) und Gender, sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise.

als erreicht angesehen werden



8 Zusammenhang von Gender, empathisierender und systematisierender Denkweise und Fachinteresse sowie Kurswahl Physik

Im vorherigen Kapitel wurden die Zusammenhänge zwischen den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse an zehn unterschiedlichen Schulfächern analysiert. Dies diente einerseits dazu, um als Einstieg einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen den untersuchten Personenmerkmale und dem Fachinteresse an verschiedenen Fächern zu erhalten. Andererseits diente es dazu, die nachfolgenden Ergebnisse im Hinblick auf das Fach Physik besser einordnen zu können.

In den folgenden Analysen wird zusätzlich die Kurswahl des Fachs Physik in der Sekundarstufe II berücksichtigt, um auch hier Zusammenhänge zu untersuchen. Da sich die nachfolgende Studie ausschließlich auf das Fach Physik konzentriert, wird das Fachinteresse Physik anhand einer 11-Item-Skala gemessen. Dies erfolgt insbesondere in Anbetracht der Limitationen der vorherigen Studie. Das Ziel der nun folgenden Studie kann daher festgehalten werden als:

Ziel 3	<i>Modellierung des Zusammenhanges zwischen Fachinteresse Physik, der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II und Gender, sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise.</i>
---------------	---

Die Inhalte und Ergebnisse dieses Kapitels wurden bereits veröffentlicht in Welberg, Schneider et al. (2025).

8.1 Forschungsfragen und Hypothesen

Wie bereits im Hintergrund dieser Arbeit erläutert, existieren bislang keine Untersuchungen zu den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise gemeinsam mit Gender und dem Fachinteresse am Fach Physik sowie der Kurswahl von Physik in der Sekundarstufe II. Diese Zusammenhänge scheinen jedoch sowohl theoretisch plausibel als auch empirisch bereits für andere Zielgruppen und Wahlen

(z. B. Billington et al., 2007; Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016) bestätigt. In Kapitel 7 konnten dazu erste Modellierungen des Fachinteresse Physik vorgenommen werden, die zeigten, dass Gender und eine Neigung zu systematisierender Denkweise als Prädiktoren für das Fachinteresse Physik fungieren.

In der nun nachfolgenden Studie soll zunächst in Forschungsfrage 1 gesondert analysiert werden, welche (ungerichteten) Zusammenhänge zwischen den Personenmerkmalen (Gender, Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise) und Fachinteresse Physik sowie Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II existieren. Dies lässt sich in Form der folgenden Forschungsfrage formulieren:

Forschungsfrage 1

Welche separaten Korrelationen finden sich zwischen Gender und den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise als Personenmerkmalen von Lernenden der Sekundarstufe I und II und dem Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II?

Ausgehend von bestehenden Forschungsergebnissen lassen sich für Forschungsfrage 1 die folgenden beiden Hypothesen formulieren:

Hypothese 1

Frühere Studien mit Lernenden in der Sekundarstufe II haben gezeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und der Motivation für das Lernen von Naturwissenschaften gibt (Zeyer et al., 2013). Für die Neigung zu empathisierender Denkweise konnte hingegen kein solcher Zusammenhang festgestellt werden.

Daher wird angenommen, dass nur die Neigung zu systematisierender Denkweise und nicht zu empathisierender Denkweise mit dem Fachinteresse an Physik bei Lernenden der Sekundarstufe I und II korreliert.

Hypothese 2

In Bezug auf Gender weisen Studien (Hoffmann et al., 1998; R. Schneider et al., 2024) darauf hin, dass männliche Personen eher am Fach Physik interessiert sind als weibliche Personen.

Daher kann ein Zusammenhang zwischen Fachinteresse Physik und Gender vermutet werden kann. Ähnlich sieht es bei der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II aus: Hier zeigen die Belegun-

gen von Kursen in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe (KMK, 2024), dass männliche Personen eher Physik belegen als weibliche Personen.

Hypothese 3

Studien mit Studierenden an Universitäten haben gezeigt, dass die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise ein Prädiktor für die Entscheidung ist, ein naturwissenschaftliches Studium zu beginnen (Billington et al., 2007). Ähnlich zeigt sich bei Lernenden der Sekundarstufe II ein höherer Anteil an Personen mit einer Neigung zu systematisierender Denkweise in naturwissenschaftlichen Vertiefungskursen (Zeyer & Wolf, 2010).

Daher wird angenommen, dass ein Zusammenhang ausschließlich zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und der Kurswahl in der Sekundarstufe II besteht, nicht jedoch zwischen der empathisierenden Denkweise und der Kurswahl.

Werden in Forschungsfrage 1 die einzelnen Zusammenhänge zunächst isoliert voneinander betrachtet, so folgt in Forschungsfrage 2 eine komplexere Analyse der Zusammenhänge. Es soll dabei geprüft werden, ob und welche gerichteten Zusammenhänge zwischen den Personenmerkmalen, dem Fachinteresse Physik und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II in einem komplexen Modell bestehen. Die Modellierung des Gesamtzusammenhangs lässt sich in Form der folgenden Forschungsfrage formulieren:

Forschungsfrage 2

Welcher Gesamtzusammenhang lässt sich für Lernende der Sekundarstufe I und II zwischen Gender, den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise, sowie dem Fachinteresse Physik und der Kurswahl von Physik in der Sekundarstufe II modellieren?

Wie schon bei den Hypothesen zu Forschungsfrage 1 lässt sich auch für Forschungsfrage 2 aus bestehenden Forschungsergebnissen eine Hypothese ableiten. Diese lässt sich wie folgt formulieren:

Hypothese 4

Basierend auf einer umfassenden empirischen Grundlage (Baron-Cohen, 2002; Billington et al., 2007; Wheelwright et al., 2006) gibt es ungerichtete Zusammenhänge zwischen Gender und den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise. Darüber hinaus bestehen Zusammenhänge zwischen Gender sowie der Neigung zu systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik. Die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II wird unmittelbar durch das Fachinteresse der Lernenden, Gender und ihre Neigung zu systematisierender Denkweise beeinflusst.

Forschungsfrage 3 ist abschließend eher methodischer Natur, da untersucht werden soll, wie viel Varianz im Fachinteresse Physik und in der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II durch Gender und die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise aufgeklärt werden können. Neben der Betrachtung in einem Gesamtmodell, was alle Variablen einbezieht, sollen auch Einzelmodelle, die jeweils nur ein Personenmerkmal mit einbeziehen betrachtet werden, um den Mehrwert des Einbezugs weiterer Personenmerkmale zu legitimieren. Dieses Vorhaben lässt sich als dritte Forschungsfrage formulieren:

Forschungsfrage 3

Wie beeinflusst die Berücksichtigung eines einzigen Personenmerkmals aus Gender sowie Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise die Aufklärung von Varianz im Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II gegenüber der gemeinsamen Berücksichtigung der Personenmerkmale?

Auch für die dritte Forschungsfrage lässt sich eine Hypothese aufstellen, die wie folgt formuliert und begründet werden kann:

Hypothese 5

Aufgrund der aus der Literatur bekannten Zusammenhänge zwischen dem Fachinteresse Physik und Gender (Häußler & Hoffmann, 1995; Jansen et al., 2019) sowie Neigungen zu systematisierender Denkweise (Zeyer & Wolf, 2010) liefern beide Personenmerkmale einen eigenen Beitrag zu Varianzaufklärung, sodass die Berücksichtigung beider Merkmale die meiste Varianz aufklärt. Die Neigung zu empathisierender Denkweise ist dabei zu vernachlässigen.

8.2 Methodisches Vorgehen

8.2.1 Stichprobe und Untersuchungsdesign

Die Datenerhebung fand zwischen Dezember 2022 und Januar 2023 statt und umfasste $N = 505$ Schülerinnen und Schüler ($N_{\text{männlich}} = 263$, $N_{\text{weiblich}} = 237$, $N_{\text{divers}} = 5$) ab der 8. Klasse an Gymnasien in Nordrhein-Westfalen, deren durchschnittliches Alter 14,88 Jahre betrug ($SD = 1,49$ Jahre). Zur Erhebung wurde ein Online-Fragebogen, erstellt mit der Software „SoSci-Survey“, verwendet. Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I und II wurden ab der 8. Klasse einbezogen, da sie erfahrungsgemäß bereits gut einschätzen können, ob sie ein Fach in der Sekundarstufe II weiterführen möchten. Die Befragung wurde entweder von geschulten Lehrkräften oder den Verantwortlichen der Studie durchgeführt.

Bei der Stichprobe handelt es sich nach Döring und Bortz (2016, S. 306) um eine Gelegenheitsstichprobe. In der Sekundarstufe I fand die Befragung im für alle Schülerinnen und Schüler verpflichtenden Physikunterricht und in der Sekundarstufe II im Rahmen von parallellaufenden Kursen statt, sodass sowohl Lernende mit als auch ohne Physikkurs in der Sekundarstufe II befragt werden konnten.

In Tabelle 13 sind die demografischen Daten der Stichprobe aufgeführt. Da die Gruppe „divers“ mit nur 5 Personen ($N = 5$) zu klein für Vergleichsanalysen ist, werden fortlaufend nur die Daten von Jungen („männlich“) und Mädchen („weiblich“) einbezogen.

Tabelle 13: Deskriptive Beschreibung der Stichprobe. (Die Prozentangabe in Klammer bezeichnet jeweils den Anteil von Schülerinnen und Schülern in Physikkursen). Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

	Jahrgang	Insgesamt	Weiblich	Männlich	Divers
Sekundarstufe I	8	132 (100 %)	67 (100 %)	63 (100 %)	2 (100 %)
	9	149 (100 %)	75 (100 %)	72 (100 %)	2 (100 %)
Sekundarstufe II	10 (EF)	81 (68 %)	33 (61 %)	47 (72 %)	1 (100 %)
	11 (Q1)	85 (62 %)	34 (41 %)	51 (76 %)	0 (0 %)
	12 (Q2)	58 (53 %)	28 (39 %)	30 (67 %)	0 (0 %)

8.2.2 Verfahren und Instrumente

Die demografischen Angaben der Stichprobe umfassen Gender, Alter und Klassenstufe. Bei der Erhebung von Gender ist es nach Döring (2013) wichtig zu berücksichtigen, ob die befragten Personen bereits gendersensibilisiert sind. Wenn die Frage

„Bitte gib dein Geschlecht an.“ gestellt wird, kann die Option „anderes“ (oder ein noch vielfältigeres Spektrum) bei nicht-gendersensibilisierten Personen zu „deutlicher Irritation“ führen (Döring, 2013, S. 103). Da im Rahmen dieser Studie nicht sichergestellt werden kann, dass alle Teilnehmenden gendersensibilisiert sind, werden die Optionen „männlich“, „weiblich“ und „divers“ angeboten. Die Beschränkung auf diese Antwortmöglichkeiten vermeidet Irritationen bei nicht-gendersensibilisierten Personen, während sie gendersensibilisierten Personen trotzdem eine passende Auswahlmöglichkeit bietet. Zudem wird diese Erhebungsmethode als kategoriale Variable durchgeführt, was für naturwissenschaftsdidaktische Studien typisch ist und insbesondere für die Beantwortung von Forschungsfrage 3 von Bedeutung erscheint.

Um die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise zu erheben, wurde die in Kapitel 6 speziell für Kinder und Jugendliche adaptierte und gekürzte Kurzskala verwendet (siehe auch Welberg et al., 2024a). Mithilfe dieser Skala wird jeder Person ein Empathisierungs-Quotient (EQ) und ein Systematisierungs-Quotient (SQ) zugeordnet, welche als Maß für die Neigung zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise dienen.

Für die Messung des Fachinteresses im Fach Physik wurde in dieser Studie bewusst auf die Verwendung eines Einzelitems, wie in Kapitel 7, verzichtet. Stattdessen wurde eine 11-Item-Skala gewählt, die verschiedene Facetten des Fachinteresses erfasst, darunter gefühlsbezogene Valenz, wertbezogene Valenz und intrinsische Orientierung (Bergmann, 2020). Obwohl die Korrelation die Verwendung eines einzelnen Items, wie in Kapitel 15.5 gezeigt, durchaus rechtfertigen könnte, liegt der Schwerpunkt in diesem Kapitel ausschließlich auf dem Fach Physik. Daher wurde eine differenziertere Skala verwendet, um diesem Fokus gerecht zu werden.

Da die Skala für das Fachinteresse Physik möglicherweise eng mit der Skala zur Erfassung der Neigungen zu systematisierender Denkweise verwandt sein könnte, wurde eine faktorenanalytische Untersuchung durchgeführt, um die Trennbarkeit der beiden Konstrukte zu überprüfen. Diese Untersuchung bestätigte, dass es sich um zwei unterscheidbare Konstrukte handelt. Weitere Details dazu finden sich im Anhang in Kapitel 15.8.

In Bezug auf die Kurswahl in der Sekundarstufe II wurde bei Schülerinnen und Schülern der Klassen 8 und 9 eine prospektive Abfrage hinsichtlich ihrer zukünftigen Wahlentscheidung durchgeführt. Konkret wurde dabei erfragt, ob sie derzeit beabsichtigen, das Fach Physik in der Sekundarstufe II zu wählen. Bei Schülerinnen und Schülern ab der Jahrgangsstufe 10, die sich in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe (G8) befanden, erfolgte eine rückblickende Erhebung ihrer tatsächlichen Kurswahlentscheidungen. Die getrennten Analysen dieser beiden Gruppen ergaben, dass die Zusammenhänge der prospektiven und retrospektiven Kurswahl – nach einer

Umkodierung in Nichtwahl (1) und Wahl (2) – vergleichbar sind. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse im Folgenden gemeinsam untersucht.

Eine ausführliche Darstellung der verwendeten Instrumente, einschließlich der statistischen Gütekriterien und Beispielitems, ist in Tabelle A. 6 im Anhang zu finden.

Die statistische Auswertung erfolgte unter Verwendung der Software *IBM SPSS Statistics* (Version 29.0.0.0 (241)) sowie *IBM SPSS AMOS* (Version 29.0.0). Dabei wurden für die Skalen zum Fachinteresse Physik sowie zu Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise die Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Zudem wurden die Voraussetzungen (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7) für die Anwendung parametrischer Tests überprüft.

Um Forschungsfrage 1 zu beantworten, wurden die Korrelationen für alle erfassten Konstrukte berechnet. Da in der Literatur bereits Zusammenhänge zwischen dem Alter und beispielsweise dem Fachinteresse Physik bekannt sind (Häußler, 1987; Hoffmann et al., 1998) und solche Zusammenhänge auch für die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise nicht ausgeschlossen werden können (Baron-Cohen et al., 2014), wurde zunächst die Korrelation des Alters mit den anderen Konstrukten untersucht. Es zeigten sich bivariate Korrelationen zwischen dem Alter und der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II (Pearsons $r = 0,27$; $p \leq 0,001$) sowie in Übereinstimmung mit der Literatur mit dem Fachinteresse Physik (Pearsons $r = -0,11$; $p = 0,010$). Aus diesem Grund wurden die berichteten Zusammenhänge unter Kontrolle des Alters durch partielle Korrelationen bestimmt.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen 2 und 3 wurden explorative Pfadmodelle mit manifesten Variablen geschätzt. Zunächst wurden in diesen Modellen alle potenziellen Pfade zugelassen. Anschließend erfolgte eine schrittweise Reduktion der Pfade.

8.3 Ergebnisse

8.3.1 Deskriptive Befunde

Bevor mit der Beantwortung der Forschungsfragen begonnen wird, werden zuerst deskriptive Befunde berichtet. Dazu werden in Abbildung 13 die Mittelwerte der EQ- und SQ-Skalen präsentiert, um Genderunterschiede in Bezug auf die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise zu veranschaulichen. In bestehender Literatur (z. B. Wakabayashi, Baron-Cohen & Wheelwright, 2006; Wheelwright et al., 2006) wurden bereits Genderunterschiede in den beiden Neigungen berichtet. Es werden die Daten für das Alter kontrolliert dargestellt. Für die Analyse wurde jeweils eine ANCOVA durchgeführt (1. UV: Gender; AV: Mittelwert EQ; KV: Alter; 2. UV: Gender; AV: Mittelwert SQ; KV: Alter). Die Ergebnisse zeigen, dass Mädchen kontrolliert für Alter einen signifikant höheren EQ-Wert besitzen als Jungen

$F(1, 497) = 27,84$; $p \leq 0,001$; $\eta_p^2 = 0,05$; korr. $R^2 = 0,05$. Umgekehrt zeigt die Analyse, dass Jungen, kontrolliert für Alter, einen signifikant höheren SQ-Wert besitzen, als Mädchen $F(1, 497) = 21,09$; $p \leq 0,001$; $\eta_p^2 = 0,04$; korr. $R^2 = 0,04$. Die vorgestellten Befunde sind damit konsistent zu den Ergebnissen früherer Studien (z. B. Wakabayashi, Baron-Cohen & Wheelwright, 2006; Wheelwright et al., 2006).

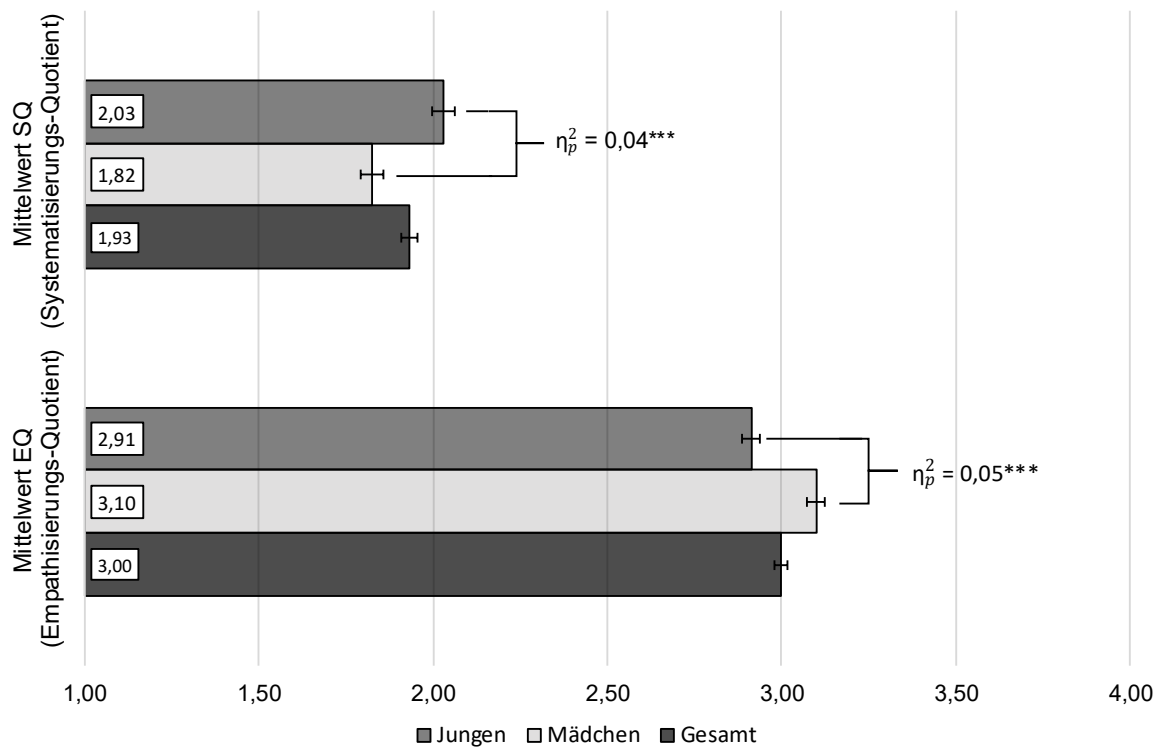


Abbildung 13: Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise (Mittelwerte EQ bzw. SQ) bei Mädchen, Jungen und der Gesamtstichprobe mit Standardfehlern. (1 $\hat{=}$ niedrige Ausprägung, 4 $\hat{=}$ hohe Ausprägung; Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$. Diese Abbildung wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

8.3.2 Forschungsfrage 1: Einzelne Korrelationen von Personenmerkmalen und Fachinteresse sowie Kurswahl in der Sekundarstufe II

Zur Beantwortung von Forschungsfrage 1 wurden partielle Korrelationen berechnet, bei denen für das Alter der Lernenden kontrolliert wurde. Insgesamt zeigen sich acht statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen den fünf erfassten Konstrukten (siehe Tabelle 14). Ein Zusammenhang mit großer Effektstärke besteht zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik ($r = 0,52$; $p \leq 0,001$). Ein Zusammenhang mit mittlerer Effektstärke zeigt sich zwischen dem Fachinteresse Physik und der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II ($r = 0,46$; $p \leq 0,001$). Zusätzlich wurden mehrere Zusammenhänge von geringer Effektstärke identifiziert. Diese umfassen vier Zusammenhänge zwischen Gender und weiteren Konstrukten. Außerdem besteht eine schwache Korrelation zwischen der Neigung zu

einer systematisierenden Denkweise und der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II ($r = 0,28$; $p \leq 0,001$), sowie eine Korrelation mit kleiner Effektstärke zwischen der Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise ($r = 0,10$; $p = 0,029$).

*Tabelle 14: Partielle Korrelationen der erfassten Konstrukte kontrolliert für das Alter der Lernenden. (Angabe von Pearsons r ; Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$). Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.*

	(1)	(2)	(3)	(4)
(1) Gender	-	-	-	-
(2) Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ)	0,23***	-	-	-
(3) Neigung zu systematisierender Denkweise (SQ)	-0,20***	0,10*	-	-
(4) Fachinteresse Physik	-0,27***	n.s.	0,52***	-
(5) Kurswahl Physik Sekundarstufe II	-0,19***	n.s.	0,28***	0,46***

8.3.3 Forschungsfrage 2: Modellierung des Gesamtzusammenhangs von Personenmerkmalen und Fachinteresse sowie Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II

Für die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen dem Fachinteresse Physik, der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, Gender sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise wurden explorativ manifeste Pfadmodelle geschätzt und die folgenden zwei Annahmen gemacht:

- 1.) Erstens deuten empirische Befunde, die in Kapitel 3 erläutert wurden, auf Zusammenhänge zwischen Gender und den Neigungen zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise hin, die als nicht gerichtet interpretiert werden können. Dieser Befund wird durch Ergebnisse aus Forschungsfrage 1 weiter gestützt. Daher wurden Gender sowie die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise als exogene Variablen auf der obersten Ebene des Pfadmodells positioniert. Zwischen diesen drei Variablen wurde angenommen, dass ungerichtete Zusammenhänge bestehen.
- 2.) Zweitens wurden die drei betrachteten Personenmerkmale sowohl theoretisch als auch empirisch fundiert (siehe Kapitel 2 und Kapitel 3) und durch die Analysen aus Forschungsfrage 1 gestützt als Prädiktoren für das Fachinteresse Physik und die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II betrachtet. Zwischen diesen beiden endogenen Variablen wird weiterhin ein gerichteter Zusammen-

menhang vom Fachinteresse Physik auf die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II angenommen.

Weiter ist anzumerken, dass die Verteilungen der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise im Q-Q-Diagramm im Randbereich leichte Abweichungen von einer Normalverteilung zeigen. Diese Abweichungen könnten darauf zurückzuführen sein, dass die Neigungen mit einer vierstufigen Likert-Skala erfasst wurden, was möglicherweise zu dieser geringen Abweichung von der Normalverteilung führt. Um die im Rahmen von Forschungsfrage 2 relevanten Zusammenhänge zu identifizieren, wurden zunächst alle möglichen Pfade im Modell berücksichtigt und anschließend schrittweise reduziert. In Abbildung 14 werden nur die letztlich signifikanten Pfadkoeffizienten dargestellt. Die Fitindizes dieses Modells weisen auf einen zufriedenstellenden Modellfit hin ($\chi^2/df = 1,34$; $p = 0,26$; RMSEA = 0,026; CFI = 0,99; SRMR = 0,019). Nachfolgend werden die standardisierten Pfadkoeffizienten dieses Modells berichtet. Die vollständigen statistischen Angaben der direkten und indirekten statistisch signifikanten Pfade inklusive ihrer Konfidenzintervalle befinden sich in Tabelle A. 8 im Anhang. Insgesamt können durch das Gesamtmodell etwa 30 % der Varianz des Fachinteresses Physik und 18 % der Varianz der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II erklärt werden. Die angenommenen ungerichteten Zusammenhänge zwischen Gender und der Neigung zu empathisierender Denkweise ($\beta = 0,23$; $p \leq 0,001$), Gender und der Neigung zu systematisierender Denkweise ($\beta = -0,20$; $p \leq 0,001$) sowie der Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise ($\beta = 0,10$; $p \leq 0,05$) werden im Modell bestätigt. Gender fungiert als direkter Prädiktor für das Fachinteresse Physik ($\beta = -0,17$; $p \leq 0,001$) und die Kurswahl Physik ($\beta = -0,11$; $p \leq 0,05$).

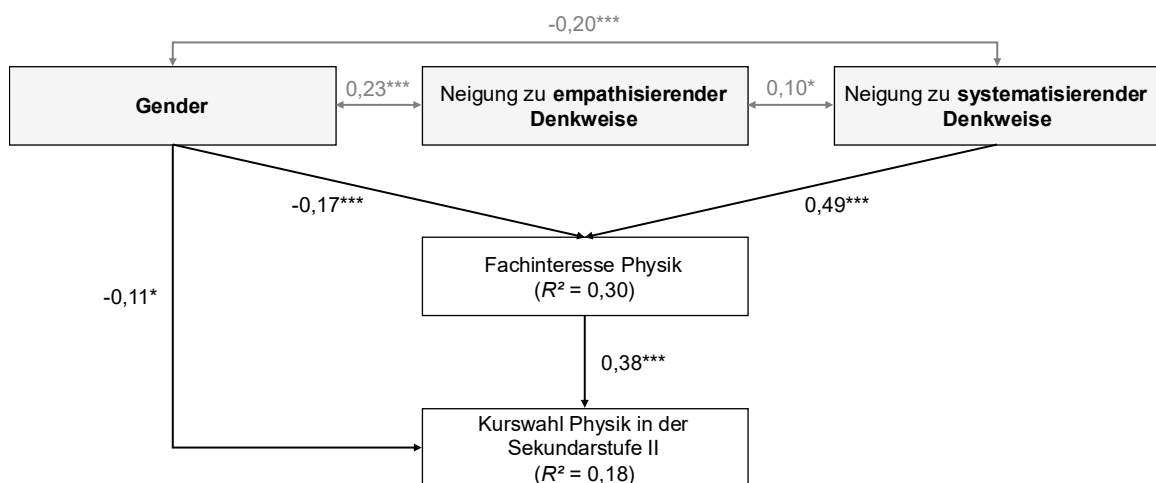


Abbildung 14: Pfadmodell der Zusammenhänge zwischen Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise, Neigung zu systematisierender Denkweise, dem Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II (Fit: $\chi^2/df = 1,34$; $p = .26$; RMSEA = 0,026; CFI = 0,99; SRMR = 0,019). Die Richtungspfeile zeigen die Vorhersagekraft an. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II: Nichtwahl (1), Wahl (2). Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Diese Abbildung wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Physik in der Sekundarstufe II ($\beta = -0,11$; $p \leq 0,05$). Stärkere Effekte zeigen sich für die Neigung zu systematisierender Denkweise als Prädiktor für Fachinteresse Physik ($\beta = 0,49$; $p \leq 0,001$) sowie für Fachinteresse Physik als Prädiktor für die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II ($\beta = 0,38$; $p \leq 0,001$).

Neben den bereits berichteten direkten Pfaden im Pfadmodell zeigt die Analyse auch das Vorhandensein von zwei signifikanten indirekten Pfaden. Erstens gibt es einen indirekten Pfad von Gender zur Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, der durch das Fachinteresse Physik mediiert wird ($\beta = -0,06$; $p \leq 0,01$). Zweitens existiert ein indirekter Pfad von der Neigung zu systematisierender Denkweise auf die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, welcher ebenfalls durch das Fachinteresse Physik mediiert wird ($\beta = 0,19$; $p \leq 0,01$).

8.3.4 Forschungsfrage 3: Vergleich der Varianzaufklärung von Personenmerkmalen für Fachinteresse und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II

Forschungsfrage 3 hat das Ziel zu untersuchen, inwiefern die Personenmerkmale einzeln einen Beitrag zur Modellierung von Fachinteresse und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II leisten können. Dazu wurden in Ergänzung zum Modell in Abbildung 14 drei weitere strukturgleiche Pfadmodelle berechnet. Im Unterschied zu dem vorherigen Gesamtmodell wurden in den nachfolgenden drei Pfadmodellen jeweils nur eines der Personenmerkmale (Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise, Neigung zu systematisierender Denkweise) einbezogen (siehe Abbildung 15).

Beim Einbezug von Gender allein erhält man ein saturiertes Modell, was bedeutet, dass die Anzahl der Modellparameter und die Anzahl der Varianzen und Kovarianzen gleich ist, was null Freiheitsgraden entspricht. Bei einem solchen Modell kann die Modellgüte nicht interpretiert werden. Es kann nur insoweit interpretiert werden, dass wenn das Modell stimmt, wovon nach den Befunden in Forschungsfrage 1 und 2 auszugehen ist, sich die gezeigten Zusammenhänge ergeben. Bei den Pfadmodellen der Neigungen zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise lässt sich die Modellgüte jeweils schätzen und die berechneten Fitindizes deuten auf zufriedenstellende Modellfits hin (Fit Pfadmodell „Neigung zu empathisierender Denkweise“: $\chi^2/df = 0,02$; $p = 0,89$; RMSEA = 0,000; CFI = 1,00; SRMR = 0,003. Fit Pfadmodell „Neigung zu systematisierender Denkweise“: $\chi^2/df = 1,23$; $p = 0,27$; RMSEA = 0,021; CFI = 1,00; SRMR = 0,016). Die detaillierten statistischen Angaben zu den direkten und indirekten Pfadkoeffizienten, einschließlich ihrer statistischen Signifikanz und der Konfidenzintervalle, sind in Tabelle A. 9 im Anhang aufgeführt.

Die Betrachtung der drei Pfadmodelle zeigt je nach Einbezug des Personenmerkmals eine unterschiedlich starke Varianzaufklärung. Das Modell, welches nur die Neigung zu empathisierender Denkweise einbezieht, leistet erwartungsgemäß keinen Beitrag

zu Erklärung der Varianz ($R^2 = 0,00$), da kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik besteht. Das Modell, welches ausschließlich Gender einbezieht, klärt einen kleinen Anteil der Varianz des Fachinteresses auf ($R^2 = 0,07$). Hier besteht ein statistisch signifikanter Pfad zwischen Gender und Fachinteresse Physik ($\beta = 0,52$; $p \leq 0,001$). Am stärksten zeigt sich der Einfluss der Neigung zu systematisierender Denkweise auf Fachinteresse Physik. Dieses Personenmerkmal trägt erheblich zur Varianzaufklärung bei und hat den größten Einfluss auf das Fachinteresse Physik ($\beta = 0,52$; $p \leq 0,001$; $R^2 = 0,27$).

Vergleicht man diese Einzelmodelle mit dem Gesamtmodell aus Abbildung 14, das sowohl Gender als auch die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise umfasst, erkennt man eine Gesamtvarianzaufklärung von $R^2 = 0,30$. Diese geht vollständig auf die Kombination von Gender und der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise zurück.

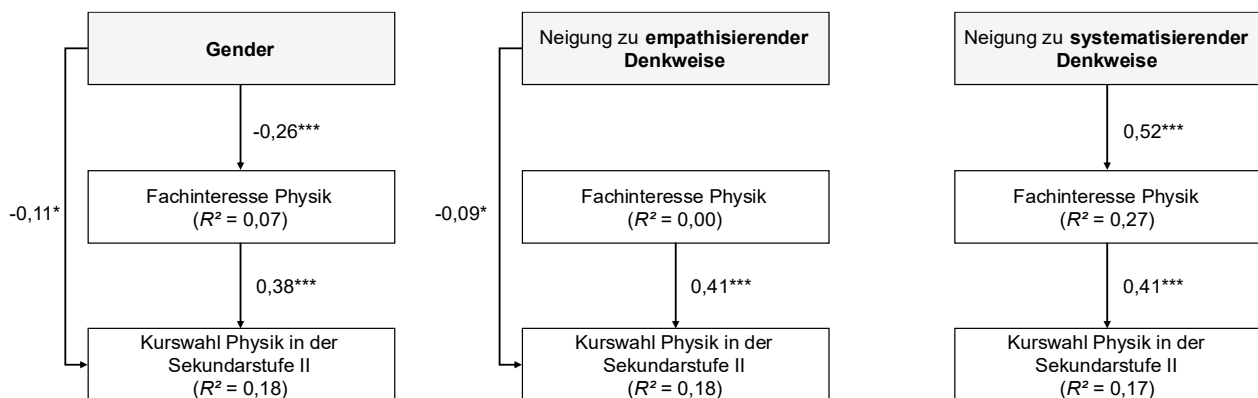


Abbildung 15: Drei separate Pfadmodelle der Zusammenhänge zwischen Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise bzw. Neigung zu systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II (Fit Pfadmodell „Gender“: Saturiertes Modell. Fit Pfadmodell „Neigung zu empathisierender Denkweise“: $\chi^2/df = 0,02$; $p = 0,89$; RMSEA = 0,000; CFI = 1,00; SRMR = 0,003. Fit Pfadmodell „Neigung zu systematisierender Denkweise“: $\chi^2/df = 1,23$; $p = 0,27$; RMSEA = 0,021; CFI = 1,00; SRMR = 0,016). Die Richtungspfeile zeigen die Vorhersagekraft an. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II: Nichtwahl (1), Wahl (2). Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Diese Abbildung wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Bei Betrachtung der Pfadmodelle in Bezug auf Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II sieht man nur geringe Unterschiede in der Varianzaufklärung ($R^2 = 0,17 - 0,18$) über alle Modelle hinweg. Diese gleichbleibende Varianzaufklärung ist hauptsächlich auf den Einfluss des Fachinteresses Physik zurückzuführen, welches als stärkster Prädiktor fungiert ($\beta = 0,38 - 0,41$; $p \leq 0,001$). Die Personenmerkmale wie Gender und die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise erscheinen in Bezug auf die Kurswahl lediglich nachrangig, da ihr Einfluss durch das Fachinteresse Physik mediert

wird. Betrachtet man die indirekten Pfade von Gender auf Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II mediiert durch Fachinteresse Physik ($\beta = -0,10$; $p \leq 0,01$) beziehungsweise Neigung zu einer systematisierenden Denkweise auf Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II mediiert durch Fachinteresse Physik ($\beta = 0,21$; $p \leq 0,01$) zeigen sich bei beiden Pfaden schwächere Zusammenhänge als durch das Fachinteresse direkt.

8.4 Limitationen

Bevor die Ergebnisse dieser Studie im nachfolgenden Abschnitt diskutiert und interpretiert werden, ist es wichtig, mögliche Limitationen zu berücksichtigen, die die Aussagekraft der Befunde einschränken könnten. Eine wesentliche Einschränkung stellt die Fokussierung auf nur zwei ergänzende Personenmerkmale neben Gender dar. Da die Entwicklung des Fachinteresses Physik und die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II vermutlich von einer Vielzahl verschiedener Konstrukte beeinflusst werden, bieten die berücksichtigten Merkmale lediglich einen ersten, begrenzten Einblick in die komplexen Zusammenhänge.

Zusätzlich wurde die vorliegende Studie ausschließlich mit Schülerinnen und Schülern aus Nordrhein-Westfalen durchgeführt, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse einschränkt. Da das Schulsystem in Deutschland auf Länderebene organisiert ist, könnten die Befunde durch eine Erweiterung der Stichprobe auf weitere Bundesländer eventuell abweichen, was in zukünftigen Studien berücksichtigt werden sollte. Eine Erweiterung der Stichprobe auf weitere Bundesländer erscheint daher sinnvoll.

Aus methodischer Sicht betrifft eine weitere Limitation die Datengrundlage, die überwiegend auf Selbsteinschätzungen basiert. Diese Herangehensweise birgt das Risiko von Verzerrungen, etwa durch soziale Erwünschtheit oder unbewusste Fehlwahrnehmungen. Besonders die Skalen zur empathisierenden und systematisierenden Denkweise könnten von solchen Verzerrungen betroffen sein.

Hinsichtlich der Erfassung der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II wurden die Entscheidungen der Lernenden in den Klassen 8 und 9 prospektiv erhoben, wohingegen ab der Jahrgangsstufe 10 eine retrospektive Betrachtung erfolgte. Auch wenn Vergleichsanalysen zeigten, dass die Ergebnisse weitgehend übereinstimmen, könnte sich die prospektive Einschätzung im Laufe der Zeit noch ändern, während die retrospektive Einschätzung ebenfalls noch durch zukünftige Entscheidungen beeinflusst werden könnte. Diese Herangehensweise bietet somit lediglich eine Momentaufnahme. Ferner erforderte der Vergleich eine dichotome Umkodierung der Daten, wodurch Detailinformationen verloren gegangen sein könnten. Eine feinere Kodierung könnte in zukünftigen Studien zu genaueren Einsichten führen.

Weiter besteht eine methodische Diskrepanz in der Erfassung von Gender als kategoriale Variable im Vergleich zu den kontinuierlich erhobenen Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise. Die Verwendung von kategorialen Variablen könnte zu Verzerrungen in der Varianzaufklärung führen, weshalb deren Einfluss in zukünftigen Untersuchungen vermieden werden sollte.

All diese Limitationen sollten bei der Interpretation und Diskussion der Studienergebnisse berücksichtigt werden und könnten insbesondere als Ausgangspunkte für weiterführende Forschungsarbeiten dienen.

8.5 Diskussion

In diesem Kapitel wurden die Zusammenhänge zwischen Gender, Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise, Fachinteresse Physik und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II untersucht. Im Folgenden werden die vorgestellten Ergebnisse anhand der Forschungsfragen diskutiert. Zudem werden die aufgestellten Hypothesen überprüft und unter Berücksichtigung der beschriebenen Limitationen diskutiert.

8.5.1 Forschungsfrage 1: Einzelne Korrelationen von Personenmerkmalen und Fachinteresse sowie Kurswahl in der Sekundarstufe II

In der ersten Forschungsfrage wurden ungerichtete Beziehungen zwischen den untersuchten Konstrukten analysiert, um grundlegende, wechselseitige Zusammenhänge zu erkennen. Hierzu wurden partielle Korrelationen berechnet, wobei für das Alter der Lernenden kontrolliert wurde. Acht statistisch signifikante Zusammenhänge wurden identifiziert: Es besteht eine positive Korrelation mit kleiner Effektstärke zwischen Gender und der Neigung zu empathisierender Denkweise ($r = 0,23$; $p \leq 0,001$), was darauf hinweist, dass Mädchen eher zu einer empathisierenden Denkweise neigen als Jungen. Im Gegensatz dazu zeigt sich eine negative Korrelation zwischen Gender und der Neigung zu systematisierender Denkweise ($r = -0,20$; $p \leq 0,001$), was bedeutet, dass Jungen eher zu einer systematisierenden Denkweise tendieren. Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Forschungsergebnissen zur EST und Genderspezifität überein (Baron-Cohen, 2002; Billington et al., 2007; Wheelwright et al., 2006). Weiter wurde eine negative Korrelation zwischen Gender und dem Fachinteresse Physik festgestellt ($r = -0,27$; $p \leq 0,001$), was bedeutet, dass Mädchen in dieser Stichprobe ein geringeres Fachinteresse Physik zeigen als Jungen. Dies entspricht den bisherigen Erkenntnissen zur Genderdifferenzen im Fachinteresse an Physik (Jansen, Schroeders et al., 2019). Auch zwischen Gender und der Kurswahl von Physik in der Sekundarstufe II besteht eine negative Korrelation ($r = -0,19$; $p \leq 0,001$). Diese Ergebnisse sind im Einklang mit aktuellen Daten, die zeigen, dass Jungen häufiger Physik-kurse in der gymnasialen Oberstufe belegen als Mädchen (KMK, 2024).

Es war bekannt, dass eine systematisierende Denkweise mit einer höheren Motivation Naturwissenschaften zu lernen verbunden ist (Zeyer et al., 2013), was sich auch in dieser Untersuchung bei der Übertragung auf Fachinteresse Physik bestätigte: Das Interesse an Physik korreliert positiv und mit großer Effektstärke mit der Neigung zu systematisierender Denkweise ($r = 0,52$; $p \leq 0,001$). Entsprechend konnte ein solcher Zusammenhang für die Neigung zu empathisierender Denkweise, wie bei Zeyer et al. (2013), nicht nachgewiesen werden.

Vorherige Studien mit Studierenden konnten zeigen, dass die Neigung zu systematisierender Denkweise ein Prädiktor für die Wahl eines naturwissenschaftlichen Studiums ist (Billington et al., 2007; Focquaert et al., 2007; Kidron et al., 2018) und dass Schüler in der Sekundarstufe II, die Vertiefungskurse in Naturwissenschaften wählen, ebenfalls häufiger zu einer systematisierenden Denkweise neigen (Zeyer & Wolf, 2010). In der vorliegenden Studie konnten diese Zusammenhänge für die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II gezeigt werden: Es besteht eine signifikante Korrelation mit kleiner Effektstärke zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und der Wahl von Physikkursen in der Sekundarstufe II ($r = 0,28$; $p \leq 0,001$). Weiter wurde festgestellt, dass das Fachinteresse Physik und die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II ebenfalls positiv mit mittlerer Effektstärke korrelieren ($r = 0,46$; $p \leq 0,001$). Dies steht im Einklang mit bisherigen Studien, die im Zusammenhang von Interesse und Fachwahl bei unterschiedlichen Fächern ähnliche Ergebnisse zeigen konnten (Abel, 2002; Eitemüller & Walpuski, 2018; Mujtaba & Reiss, 2013; Potvin & Hasni, 2014).

Die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise sind geringfügig positiv korreliert, mit einer kleinen Effektstärke ($r = 0,10$; $p \leq 0,05$). Im Vergleich zu den anderen signifikanten Beziehungen ist dies jedoch der schwächste Zusammenhang. Obwohl dieses Ergebnis auf einen leichten Zusammenhang zwischen den beiden Neigungen hindeutet, kann dennoch weiterhin von der in der Literatur beschriebenen Unabhängigkeit der beiden Konstrukte ausgegangen werden (Baron-Cohen et al., 2002; Svedholm-Häkkinen & Lindeman, 2016).

Für weiterführende Analysen sind insbesondere die Beziehungen zwischen Gender, der Neigung zu systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II von besonderem Interesse. Dies liegt daran, dass hier statistisch signifikante Zusammenhänge bestehen, die daraufhin in einem Pfadmodell weiter untersucht wurden, um den Gesamtzusammenhang unter Berücksichtigung der Richtungen zu modellieren.

8.5.2 Forschungsfrage 2: Modellierung des Gesamtzusammenhangs von Personenmerkmalen und Fachinteresse sowie Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II

In Forschungsfrage 2 wurden alle drei erhobenen Personenmerkmale (Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise, Neigung zu systematisierender Denkweise) innerhalb eines gemeinsamen Pfadmodells analysiert, um auch die Beziehungen zwischen diesen Konstrukten zu berücksichtigen. Ähnlich wie in den Ergebnissen der ersten Forschungsfrage zeigte sich im Gesamtmodell kein Zusammenhang zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik oder der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit vorhandenen Studien, die ebenfalls keine Beziehung zwischen einer empathisierenden Denkweise und beispielsweise der Wahl eines naturwissenschaftlichen Studiums von Studierenden (Billington et al., 2007; Focquaert et al., 2007; Kidron et al., 2018) oder der Motivation zum Erlernen von Naturwissenschaften in der Sekundarstufe II (Zeyer & Wolf, 2010) feststellen konnten.

Deutliche Zusammenhänge bestehen jedoch zwischen Gender ($\beta = -0,17$; $p \leq 0,001$) und der Neigung zu systematisierender Denkweise ($\beta = 0,49$; $p \leq 0,001$) sowie dem Fachinteresse Physik, wobei die Verbindung zwischen der systematisierenden Denkweise und dem Fachinteresse stärker ausgeprägt ist. Diese beiden Personenmerkmale erklären zusammen 30 % der Varianz im Fachinteresse Physik ($R^2 = 0,30$).

Im Gegensatz zur anfangs formulierten Hypothese und den Korrelationen in der ersten Forschungsfrage, dass die Kurswahl für Physik in der Sekundarstufe II durch das Fachinteresse, Gender und die Neigung zu systematisierender Denkweise beeinflusst wird, fehlt im Pfadmodell ein direkter Zusammenhang mit letzterem. Betrachtet man alle untersuchten Personenmerkmale im Modell, so zeigt sich, dass das Fachinteresse Physik der bedeutendste direkte Prädiktor auf die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II ist ($\beta = 0,38$; $p \leq 0,001$). Der aus den Korrelationsanalysen in Forschungsfrage 1 bereits bekannte negative Zusammenhang zwischen Gender und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II bleibt auch im Pfadmodell bestehen ($\beta = -0,11$; $p \leq 0,05$). Interessanterweise verschwindet der direkte Zusammenhang zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und der Kurswahl in der Sekundarstufe II im Pfadmodell, obwohl die Effektstärke in der Korrelationsanalyse der ersten Forschungsfrage stärker war als beim Zusammenhang Gender und Kurswahl. Stattdessen wird nur ein indirekter Zusammenhang deutlich, bei dem die Neigung zu systematisierender Denkweise, mediert durch das Fachinteresse Physik, die Kurswahl vorhersagt. Dieser indirekte Pfad ist signifikant ($\beta = 0,19$; $p \leq 0,01$). Dieser indirekte Zusammenhang ist stärker als der direkte Genderpfad ($\beta = -0,11$; $p \leq 0,05$) sowie der indirekte Pfad von Gender auf die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, mediert durch das Fachinteresse Physik ($\beta = -0,06$; $p \leq 0,01$).

Durch das Modell kann insgesamt 18 % der Varianz der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II erklärt werden ($R^2 = 0,18$). Diese Ergebnisse stimmen mit bestehenden Quellen zur Kursbelegung in der gymnasialen Oberstufe überein, die ebenfalls Genderspezifitäten aufzeigen (KMK, 2024), sowie mit Untersuchungen, die sich mit den Gründen für die Kurswahl in der Sekundarstufe II befassen (Abel, 2002; Eitemüller & Walpuski, 2018; Mujtaba & Reiss, 2013; Potvin & Hasni, 2014).

Beim Vergleich der Varianzaufklärungen des Fachinteresses an Physik und der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II zeigt sich, dass die Varianzaufklärung für die Kurswahl deutlich geringer ausfällt als beim Fachinteresse Physik. Dies deutet darauf hin, dass bei der Entscheidung für einen Physikkurs in der Sekundarstufe II noch weitere Einflussfaktoren eine Rolle spielen, die nicht direkt mit Personenmerkmalen zusammenhängen. Mögliche zusätzliche Faktoren könnten Sympathie gegenüber der Lehrkraft, die Kurswahlen von Peers oder auch die antizipierte Leistungsbewertung sein (Hülsmann, 2015).

8.5.3 Forschungsfrage 3: Vergleich der Varianzaufklärung von Personenmerkmalen für Fachinteresse und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II

Abschließend wurde der Mehrwert des Einbezugs zusätzlicher Personenmerkmale, hier die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise, neben Gender untersucht. Um die Varianzaufklärung im kombinierten Modell einzuordnen, wurden separate Pfadmodelle berechnet, die jeweils nur ein Personenmerkmal berücksichtigten (Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise, Neigung zu systematisierender Denkweise). Diese Modelle ermöglichten es, die Zusammenhänge und die Varianzaufklärung zu bewerten, unter Berücksichtigung der zuvor genannten methodischen Einschränkungen.

Im Pfadmodell, das ausschließlich die Neigung zu empathisierender Denkweise berücksichtigt, zeigt sich, wie auch im Gesamtmodell, kein Zusammenhang zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik (Varianzaufklärung $R^2 = 0,00$). Im Gegensatz zum Gesamtmodell weist die alleinige Betrachtung der Neigung zu empathisierender Denkweise jedoch einen schwachen Zusammenhang ($\beta = -0,09$; $p \leq 0,05$) mit der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II auf (Varianzaufklärung $R^2 = 0,18$). Dennoch ist der bereits bekannte Zusammenhang zwischen dem Fachinteresse an Physik und der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II deutlich stärker ausgeprägt ($\beta = 0,41$; $p \leq 0,001$), was darauf hinweist, dass das Fachinteresse Physik den größten Anteil an der Erklärung der Varianz der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II leistet.

Im Pfadmodell, das ausschließlich Gender berücksichtigt, treten ähnliche Zusammenhänge wie im Gesamtmodell auf. Allerdings sind die Pfadkoeffizienten für das Fachin-

teresse an Physik etwas stärker ausgeprägt (Fachinteresse Physik: $\beta = -0,26$; $p \leq 0,001$; Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II: $\beta = -0,11$; $p \leq 0,05$). Trotz dieser stärkeren Koeffizienten ist der erklärte Anteil der Varianz des Fachinteresses an Physik leicht geringer als im Gesamtmodell ($R^2 = 0,07$). Der erklärte Anteil der Varianz der Kurswahl für Physik in der Sekundarstufe II bleibt im Vergleich zum Gesamtmodell unverändert ($R^2 = 0,18$), da die Vorhersage erneut in erster Linie durch das Fachinteresse an Physik bestimmt wird ($\beta = 0,38$; $p \leq 0,001$).

Im Pfadmodell, das ausschließlich die Neigung zu systematisierender Denkweise berücksichtigt, spiegeln sich wie zuvor in der alleinigen Betrachtung von Gender erneut ähnliche Zusammenhänge wie im Gesamtmodell wider, mit Pfadkoeffizienten von vergleichbarer Größe. Die Neigung zu systematisierender Denkweise lädt auf das Fachinteresse Physik ($\beta = 0,52$; $p \leq 0,001$) und erklärt 27 % der Varianz des Fachinteresses ($R^2 = 0,27$). Das Fachinteresse Physik hat wiederum einen signifikanten Einfluss auf die Kurswahl für Physik in der Sekundarstufe II ($\beta = 0,41$; $p \leq 0,001$), wodurch 17 % der Varianz der Kurswahl erklärt werden können ($R^2 = 0,17$).

Vergleicht man nun abschließend alle drei Modelle mit dem Gesamtmodell, stellt man fest, dass die Varianzaufklärung des Fachinteresses im Gesamtmodell ($R^2 = 0,30$) sowohl auf Gender als auch die Neigung zu systematisierender Denkweise zurückgehen, wobei letztere einen stärkeren Einfluss hat. In Bezug auf die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II sind die Unterschiede in der Varianzaufklärung minimal, da diese überwiegend durch das Fachinteresse Physik bestimmt wird und die betrachteten Personenmerkmale in Hinblick auf direkten Effekte auf die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II eine untergeordnete Rolle spielen. Die vorgestellten Ergebnisse stehen in Einklang mit bestehenden Studien mit Lernenden der Sekundarstufe II oder an Universitäten, in denen ein Zusammenhang zwischen Interesse und Kurswahlen gezeigt werden konnte (Köller et al., 2000, 2001). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass in zukünftigen Studien zusätzlich zu weiteren Personenmerkmalen wie den Big Five der Persönlichkeit (Roccas et al., 2002) auch möglicherweise weitere affektive Merkmale, wie beispielsweise die Selbstwirksamkeitserwartung, einbezogen werden sollten, um die Varianz in der Kurswahl für Physik in der Sekundarstufe II besser zu erklären.

8.6 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie deutet darauf hin, dass der Einbezug weiterer Personenmerkmale zur Erklärung des Fachinteresses an Physik sinnvoll ist. Besonders die Neigung zu systematisierender Denkweise scheint vielversprechend für fachdidaktische Fragestellungen, insbesondere in Bezug auf das Fachinteresse von Lernenden an Physik. Die geringfügige Erweiterung des möglichen Diversitätsspektrums, die bereits mit dieser Studie erreicht wurde, sollte in zukünftigen Untersuchungen fortgeführt wer-

den. Auf der Ebene affektiver Konstrukte wurde in dieser Studie nur das Fachinteresse Physik einbezogen, das den größten Beitrag zur Erklärung der Varianz in der Kurswahl für Physik in der Sekundarstufe II leistete. Allerdings existieren weitere affektive Merkmale, bei denen Zusammenhänge zur Kurswahl für Physik bereits nachgewiesen wurden. Eine umfassende Betrachtung in einem komplexen, konstruktübergreifenden Modell, das zum Beispiel auch Selbstwirksamkeitserwartung oder Identität einbezieht, wäre daher wichtig. Die Methode, in dieser Studie sowohl separate Effekte als auch ein Gesamtmodell zu analysieren, erweist sich aus methodischer Sicht als wertvoll, da sie in der Kombination wichtige und teilweise unterschiedliche Informationen bereitstellt. In zukünftigen Analysen, die über affektive Konstrukte hinausgehen und sich mit der Kurswahl für Physik in der Sekundarstufe II beschäftigen, wäre es sinnvoll, auch zusätzliche Konstrukte wie die schulische Leistung zu berücksichtigen. Die Einbeziehung solcher Faktoren könnte ein umfassenderes Bild der Entscheidungsprozesse der Lernenden liefern und möglicherweise weitere Einblicke in die Einflussfaktoren auf die Kurswahl bieten, die über persönliche Neigungen und Interessen hinausgehen wie auch bereits von Hülsmann (2015) beschrieben.

Im Vergleich zu der in Kapitel 7 präsentierten Studie, welche Unterrichtsfächer in ihrer Breite untersuchte und dabei ein Einzelitem zur Erfassung des Fachinteresses an Physik einsetzte, konnten die gleichen Zusammenhangsmuster auch durch die Anwendung einer umfassenderen Fachinteresse-Skala festgestellt werden. Dies untermauert erneut die Legitimität des Einsatzes eines Einzelitems zur Erfassung des Fachinteresses in mehreren Schulfächern. Neu in dieser Studie war die Einbeziehung der Kurswahl für Physik in der Sekundarstufe II, die jedoch maßgeblich durch das Fachinteresse an Physik vorhergesagt wurde. Dies unterstreicht erneut die Bedeutung eines tiefgreifenden Verständnisses des Fachinteresses für die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II.

Mit der in diesem Kapitel vorgestellten Studie kann nun das dritte Ziel dieser Arbeit

Ziel 3

Modellierung des Zusammenhanges zwischen Fachinteresse Physik, der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II und Gender, sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise.

als erreicht angesehen werden.



9 Zusammenhang der Neigung zu empathisierender Denkweise und wahrgenommenen empathisierenden Unterrichtselementen

In den vorherigen beiden Kapiteln wurde gezeigt, dass als Prädiktoren für Fachinteresse Physik ausschließlich Gender und die Neigung zu systematisierender Denkweise fungieren. Auch wenn bei den Modellierungen jeweils die Neigung zu empathisierender Denkweise miteinbezogen wurde, zeigte sich in den Analysen kein statistisch signifikanter Zusammenhang. Dies ist in Einklang mit bestehenden Studien (Zeyer, 2010; Zeyer et al., 2013). Im Hinblick auf die Unterrichtspraxis kann zusätzlich erwogen werden, inwieweit sich die Personenmerkmale der Lernenden im konkreten Physikunterricht widerspiegeln und wie der Unterricht unter Berücksichtigung dieser Merkmale analysiert und entsprechend angepasst werden kann. Es wurde bereits begründet, dass Physik von der Art und Weise bereits systematisierend ist und damit Personen mit einer ausgeprägten Neigung zu systematisierender Denkweise bereits entgegenkommt. Dies zeigen auch die Ergebnisse in Kapitel 7 und 8. Zeyer und Dillon (2019) machten in ihren Analysen ähnliche Befunde und stellten die Forderung auf, dass im Unterricht beide „Tore“, sowohl eines für Personen mit einer ausgeprägten Neigung zu einer systematisierenden Denkweise als auch eines für Personen mit einer Neigung zu einer empathisierenden Denkweise „geöffnet“ sein sollten (Zeyer & Dillon, 2019, S. 312). Mit Blick auf Physikunterricht scheint das erste Tor von der Natur der Physik bereits weit geöffnet zu sein, letzteres müsse aber explizit geöffnet werden (Zeyer, 2024; Zeyer & Dillon, 2019). Zum Einbezug von mehr empathisierenden Unterrichtselementen im naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelte Zeyer (2024) eine Checkliste, die dazu dienen soll, Personen mit einer Neigung zu empathisierender Denkweise im naturwissenschaftlichen Unterricht stärker zu berücksichtigen. Bevor über unterrichtspraktische Implikationen nachgedacht werden kann, sollte allerdings erst analysiert werden, ob Physikunterricht von Lernenden auch weniger empathisierend wahrgenommen wird, als ein Fach, dessen Fachinteresse durch die Neigung zu empathisierender Denkweise vorhergesagt wird. Die Analysen aus Kapitel 7 zeigten, dass das Fachinteresse Politik ausschließlich durch Gender und die

Neigung zu empathisierender Denkweise vorhergesagt wird und somit für die nachfolgenden Analysen geeignet erscheint. In einem ersten Schritt sollen daher die Fächer Politik und Physik, deren Fachinteresse unterschiedlich modelliert wurde, auf empathisierende Unterrichtselemente untersucht werden und im Anschluss betrachtet werden, inwiefern es Zusammenhänge zwischen der Neigung einer Person zu einer empathisierenden Denkweise, deren wahrgenommenen empathisierenden Unterrichtselemente im Politik- beziehungsweise Physikunterricht und dem angegebenen Fachinteresse gibt.

Dies lässt sich als das folgende Ziel festhalten:

- | | |
|---------------|--|
| | <i>a) Analyse von Physik- und Politikunterricht im Hinblick auf empathisierende Unterrichtselemente und</i> |
| Ziel 4 | <i>b) Analyse der Unterschiede zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise einer Person, dem wahrgenommenen Anteil empathisierender Unterrichtselemente und Fachinteresse in Physik- und Politikunterricht.</i> |

Die Inhalte und Ergebnisse dieses Kapitels sind bereits veröffentlicht in Welberg, Streitberger et al. (2025).

9.1 Forschungsfragen und Hypothesen

Wie bereits erläutert beisehen Unterschiede in der Modellierung des Fachinteresses für Politik (Geisteswissenschaft) und Physik (Naturwissenschaft). Insgesamt wurden Geisteswissenschaften, deren Fachinteresse häufig durch eine Neigung zu empathisierender Denkweise vorhergesagt wurde von Lernenden interessanter bewertet als Naturwissenschaften (siehe Tabelle 10). In diesem Kapitel soll der Frage nachgegangen werden, ob Schülerinnen und Schüler ein Fach interessanter finden, wenn es einer Neigung zu empathisierender Denkweise mehr entgegenkommt und somit mehr empathisierende Unterrichtselemente enthält. Übergreifend soll der Frage damit nachgegangen werden, ob Physikunterricht als interessanter wahrgenommen wird, wenn er mehr Möglichkeiten für eine Neigung zu empathisierender Denkweise bietet und somit beide Neigungen anspricht, da die Neigung zu einer systematisierenden Denkweise bereits durch die Art der Physik angesprochen wird.

Um diese Frage zu untersuchen, könnte man einerseits spezielle Unterrichtseinheiten entwickeln, die stärker auch die Neigung zu empathisierender Denkweise berücksichtigen, oder den bestehenden Unterricht auf empathisierende Unterrichtsele-

mente hin analysieren. Letzterer Ansatz soll in der nachfolgenden Studie verfolgt werden, was zur Formulierung der folgenden Forschungsfrage führt:

Forschungsfrage	<i>Wie unterscheidet sich das Interesse von Lernenden an Physik- und Politikunterricht in Bezug auf ihre Neigung zu empathisierender Denkweise und den wahrgenommen empathisierenden Unterrichtselementen im jeweiligen Fach?</i>
------------------------	---

Um die Forschungsfrage zu beantworten, müssen zunächst empathisierende Unterrichtselemente operationalisiert werden. Hierzu wird ausgehend von einer Checkliste für Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht (Zeyer, 2024) ein Fragebogen entwickelt. Dieser Fragebogen wird dabei so formuliert, dass er einerseits empathisierende Unterrichtselemente im Politik- und im Physikunterricht misst. Nach Ausfüllen dieses Fragebogens ordnet jede Person ihrem Politik- und Physikunterricht jeweils einen „Fach-Empathisierungs-Quotient“ (FEQ) zu. Zusätzlich füllen die Schülerinnen und Schüler unter anderem den Fragebogen zur Messung der Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ) aus, sodass im Anschluss die Schülerinnen und Schüler anhand ihrer FEQ- und EQ-Werte gruppiert werden können.

Basierend auf den Überlegungen im Theorieteil dieser Arbeit zu Zugehörigkeitsgefühl und dessen Einfluss auf das Interesse (Allen et al., 2021; Kahu & Nelson, 2017), können die folgenden Hypothesen zur Forschungsfrage formuliert werden:

Hypothese 1	<i>Lernende mit einer starken Neigung zu empathisierender Denkweise (hoher EQ) zeigen ein höheres Fachinteresse, wenn sie wahrnehmen, dass ein Fach viele empathisierende Unterrichtselemente enthält (hoher FEQ), als wenn sie wahrnehmen, dass das Fach nur wenige empathisierende Unterrichtselemente enthält (niedriger FEQ).</i>
Hypothese 2	<i>Lernende mit einer geringen Neigung zu empathisierender Denkweise (niedriger EQ) zeigen keine Unterschiede im Fachinteresse, unabhängig davon, ob sie ein Fach als reich an empathisierenden Unterrichtselementen (hoher FEQ) oder arm an empathisierenden Unterrichtselementen wahrnehmen (niedriger FEQ).</i>

9.2 Methodisches Vorgehen

9.2.1 Stichprobe und Untersuchungsdesign

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden 460 Schülerinnen und Schüler (40,6 % männlich; 59,6 % weiblich) der Klassen 6 bis 9 mit einem Durchschnittsalter von 13,46 Jahren ($SD = 1,21$ Jahre) befragt. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Umfrage waren Lernende an vier verschiedenen Gymnasien in Nordrhein-Westfalen. Die Schülerinnen und Schüler nahmen im Rahmen ihres regulären Unterrichts freiwillig an der Befragung teil. Datensätze wurden nachträglich ausgeschlossen, wenn zu viele Fragen nicht beantwortet wurden. Da weniger als 1 % der Schülerinnen und Schüler als Genderzugehörigkeit „divers“ angaben, wurden auch diese Datensätze entfernt, da der Stichprobenumfang für die angedachten Analysen zu gering war.

9.2.2 Verfahren und Instrumente

Die Schülerinnen und Schüler füllten einen Fragebogen auf einer Online-Plattform oder mittels Papier-Bleistift-Version, je nach technischer Voraussetzung ihrer Schule, aus. Es wurden dabei keine Unterschiede zwischen der Papier-Bleistift- und der Online-Version festgestellt. Die Schulen, die an dieser Erhebung teilnahmen, wurden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, und ihre Auswahl ergab keine besondere Häufung bestimmter Merkmale, zum Beispiel in Bezug auf einen Schwerpunkt in bestimmten Fächern oder den sozialen Hintergrund der Lernenden. Der Fragebogen bestand aus einer kurzen Einführung zum Hintergrund der Erhebung und den folgenden vier Fragenblöcken:

- 1.)** Demografische Angaben (Gender, Klassenstufe, Alter)
- 2.)** Deutsche Kurzversion zur Erhebung der Neigungen zu empathisierender Denkweise bei Kindern und Jugendlichen (siehe Kapitel 6 oder Welberg et al. (2024a)).
- 3.)** Fachinteresse Physik und Politik
- 4.)** Empathisierende Unterrichtselemente in Physik- beziehungsweise Politikunterricht (siehe Abschnitt 9.2.3)

Die Schülerinnen und Schüler wurden von einer instruierten Lehrkraft oder einer anderen studienverantwortlichen Person angewiesen, jede Frage sorgfältig zu lesen und auf einer vierstufigen Likert-Skala zu bewerten, wie stark sie den einzelnen Punkten auf sie zutreffen nicht zutreffen (EQ-SQ-Fragebogen: 1 = trifft nicht zu; 2 = trifft eher nicht zu; 3 = trifft eher zu; 4 = trifft voll zu; Fachinteresse: 1 = interessiert mich nicht; 2 = interessiert mich eher nicht; 3 = interessiert mich eher; 4 = interessiert mich stark).

Die Skalen zur Erhebung von EQ (Cronbachs $\alpha = 0,84$) und SQ (Cronbachs $\alpha = 0,82$) weisen eine gute interne Konsistenz auf (Cronbach, 1951). Für das Fachinteresse an Schulfächern wurde wie bei vorherigen Studien dieser Arbeit nur ein Item pro Fach genutzt.

Zur Messung des FEQ von Physik- und Politikunterricht wurde ein Erhebungsinstrument auf Basis einer bereits veröffentlichten Checkliste „Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (Zeyer, 2024; Zeyer & Dillon, 2019) entwickelt, um die Wahrnehmungen von empathisierenden Unterrichtselementen, der Fächer Physik und Politik zu operationalisieren. Der Fragebogen erfasst verschiedene Formen der Empathie (emotionale Empathie, kognitive Empathie (affektive Theory of Mind, kognitive Theory of Mind)) und gibt Beispiele für konkrete Unterrichtssituationen in denen empathisierender Unterrichtselemente in Physik- und Politikunterricht vorkommen können. Die Entwicklung des Erhebungsinstrumentes wird im Folgenden vorgestellt.

9.2.3 Messung empathisierender Unterrichtselemente im Physik- und Politikunterricht

Bevor die Analysen zu empathisierenden Unterrichtselemente im Physik- und Politikunterricht sinnvoll durchgeführt werden können, ist die Entwicklung eines geeigneten Messinstruments notwendig.

Die theoretische Grundlage zur Identifikation von empathisierenden Unterrichtselementen wurde aus der Arbeit von Zeyer und Dillon (2019, S. 297) abgeleitet. In ihrem Artikel betonen die Autoren die besondere Bedeutung empathisierender Unterrichtselemente im naturwissenschaftlichen Unterricht. Zudem skizzierten sie zentrale Merkmale dieser Unterrichtselemente anhand der Checkliste „Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (Zeyer, 2024; Zeyer & Dillon, 2019), die als Grundlage für die Entwicklung des Messinstruments diene (siehe Tabelle A. 10).

Die theoretische Fundierung dieser Checkliste basiert auf einem multidimensionalen Konzept von Empathie (Dvash & Shamay-Tsoory, 2014), das zwischen emotionaler und kognitiver Empathie unterscheidet, wobei letztere weiter in affektive und kognitive „Theory of Mind“ untergliedert wird. Für jede Form der Empathie wurden spezifische Checklistenpunkte definiert, die unterschiedliche Aspekte der Empathie adressieren. Basierend auf diesen Punkten wurden entsprechende Items entwickelt: vier Items für emotionale Empathie (emEmp), drei Items für die affektive Theory of Mind (aToM) und fünf Items für die kognitive Theory of Mind (kToM). Der Fragebogen verfolgt dabei nicht das Ziel, jede Dimension statistisch umfassend abzudecken, da dies eine deutlich größere Anzahl an Items erfordern und damit die Praktikabilität für die angedachte Zielgruppe von Schülerinnen und Schülern in der Sekundarstufe I einschränken würde. Stattdessen soll das Instrument empathisierende Unterrichtselemente in ihrer Gesamtheit erfassen, indem es inhaltlich verschiedene Facetten von

Empathie berücksichtigt. Dadurch wird es möglich, für jedes Fach einen Fach-Empathisierungs-Quotienten (FEQ) zu bestimmen.

Basierend auf dieser Grundlage wurden Items für den Physik- und Politikunterricht entwickelt und mit den Schülerinnen und Schülern der beschriebenen Stichprobe getestet. Die entwickelten und getesteten Items sind in Tabelle A. 10 im Anhang zu finden. Im Folgenden wird die Entwicklung des Fragebogens anhand der in Kapitel 5.1 beschriebenen Gütekriterien vorgestellt. Die Analysen zur Entwicklung dieses Instruments wurden mit der Software *R* (Posit team, 2024) in *RStudio* mit den Paketen *lavaan* (Rosseel, 2012; Version: 0.6.17), *MVN* (Korkmaz et al., 2014; Version 5.9) und *psych* (Revelle, 2024; Version 2.4.3) durchgeführt.

Objektivität

Da das entwickelte Erhebungsinstrument ein vollständig standardisierter Fragebogen ist, wird bereits ein hoher Grad an Objektivität sichergestellt (Döring, 2023). Alle Items werden auf einer vierstufigen Likert-Skala bewertet und anschließend gemäß einem Kodierhandbuch kodiert (1 = stimme definitiv nicht zu, 2 = stimme eher nicht zu, 3 = stimme eher zu, 4 = stimme definitiv zu), was die Auswertungsobjektivität sicherstellt. Das Instrument untersucht und vergleicht in erster Linie die Durchschnittswerte des FEQ in Physik- und Politikunterricht. In diesem Zusammenhang weist ein hoher Mittelwert des FEQ auf einen hohen Anteil empathisierender Unterrichtselemente hin, während ein niedriger Mittelwert des FEQ auf einen geringen Anteil empathisierender Unterrichtselemente im Unterricht hinweist. Mit dieser Kategorisierung werden verschiedene Testleitende Personen bei gleichen Testergebnissen unterschiedlicher Personen zur gleichen Interpretation hinsichtlich des untersuchten Merkmals gelangen, was die Interpretationsobjektivität gewährleistet (Döring, 2023).

Validität

Um die Validität des entwickelten Erhebungsinstruments für den FEQ in Physik- beziehungsweise Politikunterricht zu untersuchen, wurden sowohl die Inhalts- als auch die Konstruktvalidität geprüft. Die Inhaltsvalidität wurde geprüft, um sicherzustellen, dass das Instrument alle relevanten Aspekte von Empathie in seiner Gesamtheit angemessen abdeckt. Dies beinhaltete eine gründliche Überprüfung der Fragebogenelemente, um zu verifizieren, dass sie die verschiedenen Dimensionen von Empathie, wie sie im theoretischen Rahmen identifiziert wurden, umfassend repräsentieren. Die Konstruktvalidität wurde untersucht, um zu bestätigen, dass das Instrument das theoretische Konstrukt der Empathie angemessen misst. Dies umfasste statistische Analysen zur Überprüfung der Faktorenstruktur mittels Faktorenanalyse.

Inhaltsvalidität

Der entwickelte Fragebogen basiert auf zuvor veröffentlichten Arbeiten zu empathisierenden Unterrichtselementen in naturwissenschaftlichem Unterricht (Zeyer, 2024; Zeyer & Dillon, 2019). Dazu wurden empathisierende Unterrichtselemente hauptsächlich aus theoretischer Perspektive identifiziert. Empathisierende Unterrichtselemente können zum Beispiel das Nutzen von Kontexten aus Gesundheit und Umwelt oder das Einbinden verschiedener Interaktionsformen (Zeyer & Dillon, 2019). Aufgrund dieser Merkmale konnten 12 Items pro Fach entwickelt werden, welche die verschiedenen Formen von Empathie (emotionale Empathie; kognitive Empathie: affektive Theory of Mind, kognitive Theory of Mind; Zeyer, 2024; Zeyer & Dillon, 2019) berücksichtigten.

Bei der Gestaltung der Items wurde darauf geachtet, dass sie spezifisch, verständlich und für den Kontext des jeweiligen Faches (Physik und Politik) relevant sind. Das bedeutet, dass die Items für Physik- und Politikstunden die gewünschten Merkmale direkt ansprechen und dabei klare und einfache Sprache verwenden. Fachbegriffe wurden vermieden, und es wurden spezifische Beispiele aus dem Unterricht bereitgestellt. Ein klarer Bezug zum Fach wurde ebenfalls hergestellt, sodass jedes Item explizit das jeweilige Fach erwähnt.

Darüber hinaus wurden Prä-Tests mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I sowie mit Physik- und Politiklehrkräften durchgeführt. Ihr Feedback führte zu weiteren Anpassungen zur Verbesserung der sprachlichen Klarheit. Zudem wurde so sichergestellt, dass es sich bei den genannten Beispielen auch um reale Beispiele für das jeweilige Unterrichtsfach handelt.

Konstruktvalidität

Zur Prüfung der Konstruktvalidität wurden mehrere konfirmatorische Faktorenanalysen getrennt für Physik und Politik durchgeführt und im Anschluss verglichen. Ausgangspunkt war die theoretische Drei-Faktoren-Lösung (Faktor 1: Emotionale Empathie; Faktor 2: Affektive Theory of Mind; Faktor 3: Kognitive Theory of Mind). Da die Voraussetzung der Normalverteilung sowohl für die Items des für Physik- als auch für die des Politik-Fragebogens verletzt ist (Physik: Mardia: Schiefe = 10783,16; $p \leq 0,001$; Kurtosis = 158,00; $p \leq 0,001$; Henze-Zirkler = 1,14; $p \leq 0,001$; Politik: Mardia: Schiefe = 809,38; $p \leq 0,001$; Kurtosis = 10,26; $p \leq 0,001$; Henze-Zirkler = 1,16; $p \leq 0,001$), wurde eine Maximum-Likelihood-Schätzung mit robusten Standardfehlern und einer Satorra-Bentler-Statistik (MLM) durchgeführt (Kline, 2023, S. 161).

Für Politik laden alle Items mit zufriedenstellenden Effektstärken ($> 0,258$; Stevens, 2009, S. 332) auf ihre theoretischen Faktoren im Drei-Faktoren-Modell. Die Fitindizes dieses Modells (SRMR = 0,08; CFI = 0,89; RMSEA = 0,08) zeigen eine zufriedenstel-

lende Modellpassung. Alle Fitindizes liegen innerhalb akzeptabler Grenzwerte (Weiber & Sarstedt, 2021).

Für Physik laden alle Items außer Item 2 mit zufriedenstellenden Effektstärken ($> 0,258$; Stevens, 2009, S. 332) auf ihre zugewiesenen Faktoren im Drei-Faktoren-Modell. Item 2 lädt lediglich mit einer Stärke von 0,17 auf den Faktor der emotionalen Empathie. Dennoch zeigen die Fitindizes dieses Modells (SRMR = 0,07; CFI = 0,90; RMSEA = 0,07) eine zufriedenstellende Modellpassung und alle Fitindizes liegen innerhalb der akzeptablen Grenzwerte (Schweizer & DiStefano, 2016, S. 173). Neben der vorgestellten Drei-Faktoren-Lösung wurde auch für beide Fächer die Drei-Faktoren-Lösungen unter Ausschluss von Item 2 berechnet, die jedoch keine grundlegende Verbesserung der Modellgüte für das Fach Physik zeigten. Für Politik führten sie zu einer leichten Verschlechterung des RMSEA-Wertes.

Neben diesen Drei-Faktoren-Modellen wurde auch ein Ein-Faktor-Modell mit und ohne Item 2 betrachtet, das jedoch für sowohl Politik als auch Physik schlechtere Fitindizes zeigte als das Drei-Faktoren-Modell mit allen Items. Das Ein-Faktor-Modell wurde daher verworfen. Die Faktorladungen aller konfirmatorischen Faktorenanalysen sind in separaten Spalten in Tabelle A. 11 dargestellt.

Reliabilität

Zur Prüfung der Reliabilität der beiden entwickelten Erhebungsinstrumente für Physik und Politik wurde jeweils separat Cronbachs Alpha berechnet. Das Cronbachs Alpha beider Gesamtskalen liegt in einem akzeptablen bis guten Bereich ($\alpha_{\text{FEQ Physik}} = 0,79$; $\alpha_{\text{FEQ Politik}} = 0,83$; Cronbach, 1951). Damit liegen zwei zuverlässige Skalen vor, mit denen nachfolgend empathisierende Unterrichtselemente in Physik- und Politikunterricht operationalisiert werden können.

Limitationen und Fazit

Mit den vorliegenden beiden Skalen zur separaten Operationalisierung des Fach-Empathisierungs-Quotienten für die Fächer Physik und Politik können nun empathisierende Unterrichtselemente in den beiden Fächern quantifiziert werden. Beide Skalen sind identisch strukturiert, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Die entwickelten Items lassen sich leicht auf weitere Fächer adaptieren und beide Instrumente erfüllen Gütekriterien quantitativer Forschung. Mit den entwickelten Items können auch für andere Fächer zusätzliche Skalen mit fachspezifischen Beispielen erstellt werden.

Auch wenn das Instrument mit großer Sorgfalt entwickelt wurde, sind dennoch einige Limitationen zu benennen. Erstens zeigt Item 2 in der Physik-Skala keine zufriedenstellende Faktorladung auf der emotionalen Empathie. Aufgrund der Notwendigkeit, die Vergleichbarkeit zwischen den Skalen für Physik und Politik sicherzustellen,

wurde entschieden, dass Item 2 entweder aus beiden Skalen entfernt werden sollte oder aus keiner. Die Entfernung von Item 2 führte jedoch nicht zu einer signifikanten Verbesserung der Fit-Indizes oder der internen Reliabilität der Physik-Skala, führte aber zu einer deutlichen Verschlechterung dieser Werte in der Politik-Skala. Daher wurde entschieden, Item 2 nicht zu entfernen.

Zweitens variiert die interne Reliabilität der Subskalen zwischen fragwürdig und gut, insbesondere bei den Subskalen für emotionale Empathie und affektive Theory of Mind, was die Aussagekraft der Ergebnisse in diesen Bereichen einschränken kann. Die interne Reliabilität der Subskalen reicht von fragwürdig bis gut (Physik: Cronbachs $\alpha_{emEmp} = 0,55$; $\alpha_{aToM} = 0,57$; $\alpha_{cToM} = 0,72$; Politik: Cronbachs $\alpha_{emEmp} = 0,61$; $\alpha_{aToM} = 0,69$; $\alpha_{cToM} = 0,76$). Die Skala ist ausreichend für die in diesem Beitrag durchgeführten Analysen der Gesamtskalen; für die Arbeit mit den Subskalen müssen weitere Items, insbesondere für emotionale Empathie oder die affektive Theory of Mind, entwickelt werden. Darüber hinaus sind die entwickelten Items spezifisch für Physik- und Politikunterricht und erfordern möglicherweise Anpassungen, wenn das Instrument auf andere Fächer angewendet wird, um sicherzustellen, dass es weiterhin gültige und zuverlässige Messungen bietet.

Abschließend steht nun ein evaluiertes Messinstrument, der FEQ, zur Verfügung, das im Folgenden zur Operationalisierung empathisierender Unterrichtselemente in Physik- und Politikunterricht genutzt werden kann. Trotz seiner Einschränkungen kann dieses Instrument für weitere Analysen verwendet oder für andere Fächer angepasst und getestet werden.

9.2.4 Trichotomisierung der Daten

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden Gruppen auf der Grundlage von EQ und FEQ gebildet, getrennt für Politik und Physik. Anstelle eines Mediansplits wurden die Werte in drei annähernd gleiche Teile unterteilt, wobei nur das obere (hohe) und das untere (niedrige) Teil verwendet wurde (Gelman & Park, 2009). Diese Methode führte zur Bildung von vier verschiedenen Gruppen sowohl für Politik als auch für Physik (Visualisierung der Trichotomisierung siehe Abbildung 16).

Dieses Vorgehen führt zu den folgenden vier Gruppen, deren Fachinteresse anschließend verglichen wird:

- **EQ niedrig – FEQ niedrig** → niedrige Neigung zu einer empathisierenden Denkweise der Person und wenig wahrgenommene empathisierende Unterrichtselemente im Physik-/Politikunterricht.

- **EQ niedrig – FEQ hoch** → niedrige Neigung zu einer empathisierenden Denkweise der Person und viele wahrgenommene empathisierende Unterrichtselemente im Physik-/Politikunterricht.
- **EQ hoch – FEQ niedrig** → hohe Neigung zu einer empathisierenden Denkweise der Person und wenig wahrgenommene empathisierende Unterrichtselemente im Physik-/Politikunterricht.
- **EQ hoch – FEQ hoch** → hohe Neigung zu einer empathisierenden Denkweise der Person und viele wahrgenommene empathisierende Unterrichtselemente im Physik-/Politikunterricht.

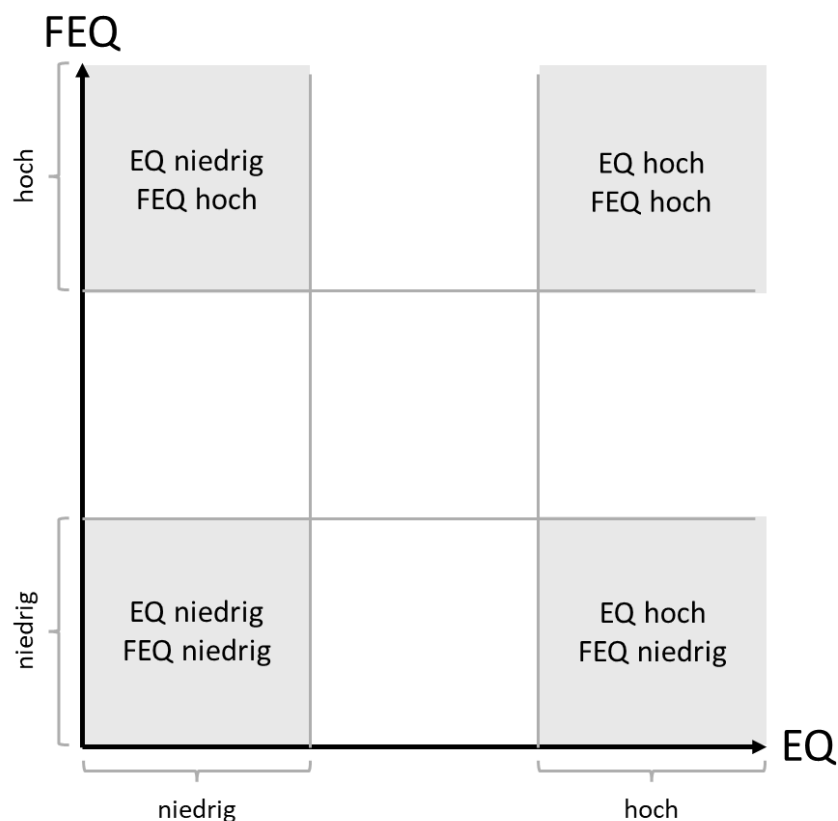


Abbildung 16: Visualisierung der Gruppen nach Trichotomisierung der Daten des Empathisierungs-Quotienten einer Person (EQ) und des Fach-Empathisierungs-Quotienten (FEQ). Diese Abbildung ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Zum Vergleich der Unterschiede im Fachinteresse Physik beziehungsweise Politik werden zwei ANOVAs für diese Gruppen getrennt für Politik und Physik berechnet.

Für die Analyse wurde die Software *IBM SPSS Statistics* (Version 29.0.2.0 (20)) verwendet.

9.3 Ergebnisse

9.3.1 Deskriptive Statistiken

Tabelle 15 zeigt die deskriptiven Statistiken und Korrelationen des Fachinteresses Physik und Politik. Die Ergebnisse zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler dieser Stichprobe ein höheres Fachinteresse an Politik als an Physik hatten und dass das Fachinteresse in Physik und Politik nicht miteinander korreliert. Das Fachinteresse Politik ist dabei statistisch signifikant höher als das Fachinteresse Physik, $t(459) = -3,28$; $p \leq 0,001$.

Ebenfalls wurde der Fach-Empathisierungs-Quotient (FEQ) separat für Physik und Politik berechnet (siehe Tabelle 16). Die Ergebnisse zeigen, dass der FEQ für das Fach Politik statistisch signifikant höher ist als der FEQ Physik, $t(459) = -14,67$; $p \leq 0,001$. Was bedeutet, dass im Mittel mehr empathisierende Unterrichtselemente von den befragten Lernenden im Fach Politik wahrgenommen wurde.

*Tabelle 15: Deskriptive Statistiken und Korrelationen zwischen dem Fachinteresse Physik und Politik. (Pearsons r ; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$). Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.*

Abhängige Variable	Deskriptive Statistiken			Korrelationen	
	N	M	SD	Pearsons r	p
Fachinteresse					
Physik	460	2,45	1,04	0,02	0,76
Politik	460	2,66	0,88		

Tabelle 16: Deskriptive Statistik des Fach-Empathisierungs-Quotient (FEQ) in Physik und Politik. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Abhängige Variable	N	M	SD
FEQ Physik	460	2,42	0,53
FEQ Politik	460	2,91	0,53

9.3.2 Vergleich des Fachinteresses der EQ-FEQ-Gruppierungen

Zunächst wurde für jede Gruppe separat das Fachinteresse Physik beziehungsweise Politik berechnet und die Unterschiede anschließend mit einer ANOVA analysiert

(Faktor: EQ-FEQ-Gruppe; AV: Fachinteresse Physik beziehungsweise Politik. Für Physik hat die EQ-FEQ-Gruppierung einen signifikanten Einfluss auf das Fachinteresse Physik ($F(3,249) = 16,64; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,17, N = 253$). Dabei können 15,7 % der Varianz des Fachinteresses in Physik die Gruppierung erklärt werden (korrigiertes R^2). Die Effektgröße entspricht einem großen Effekt. Post-hoc-Tests mit Bonferroni-Korrektur zeigen, dass sich die Gruppierungen nicht alle signifikant unterscheiden. Die Unterschiede einschließlich der Effektgrößen sind in Abbildung 17 zu sehen.

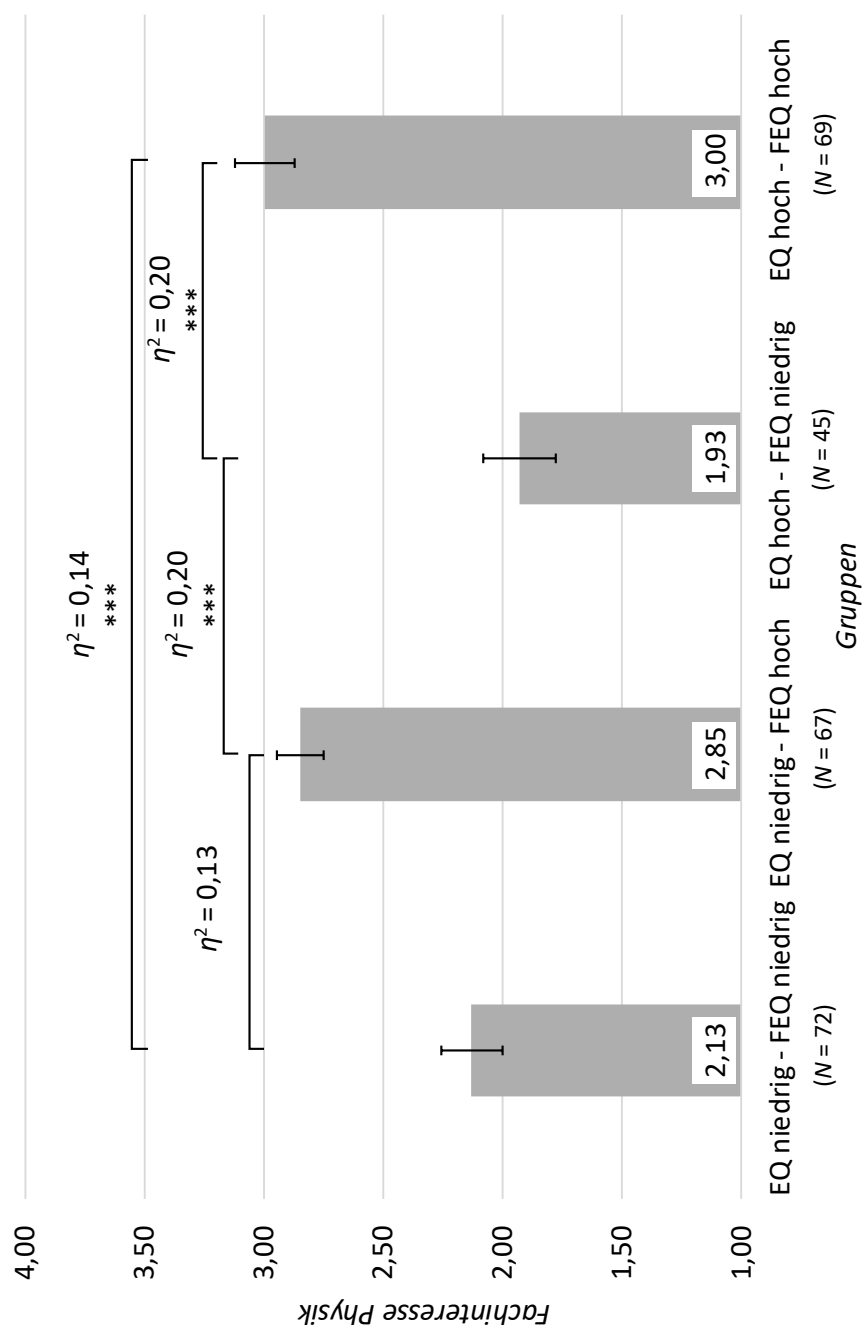


Abbildung 17: Mittelwerte des Fachinteresses Physik der verschiedenen Gruppen auf der Grundlage von EQ und FEQ, Fehlerbalken zeigen Standardfehler. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. Diese Abbildung ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

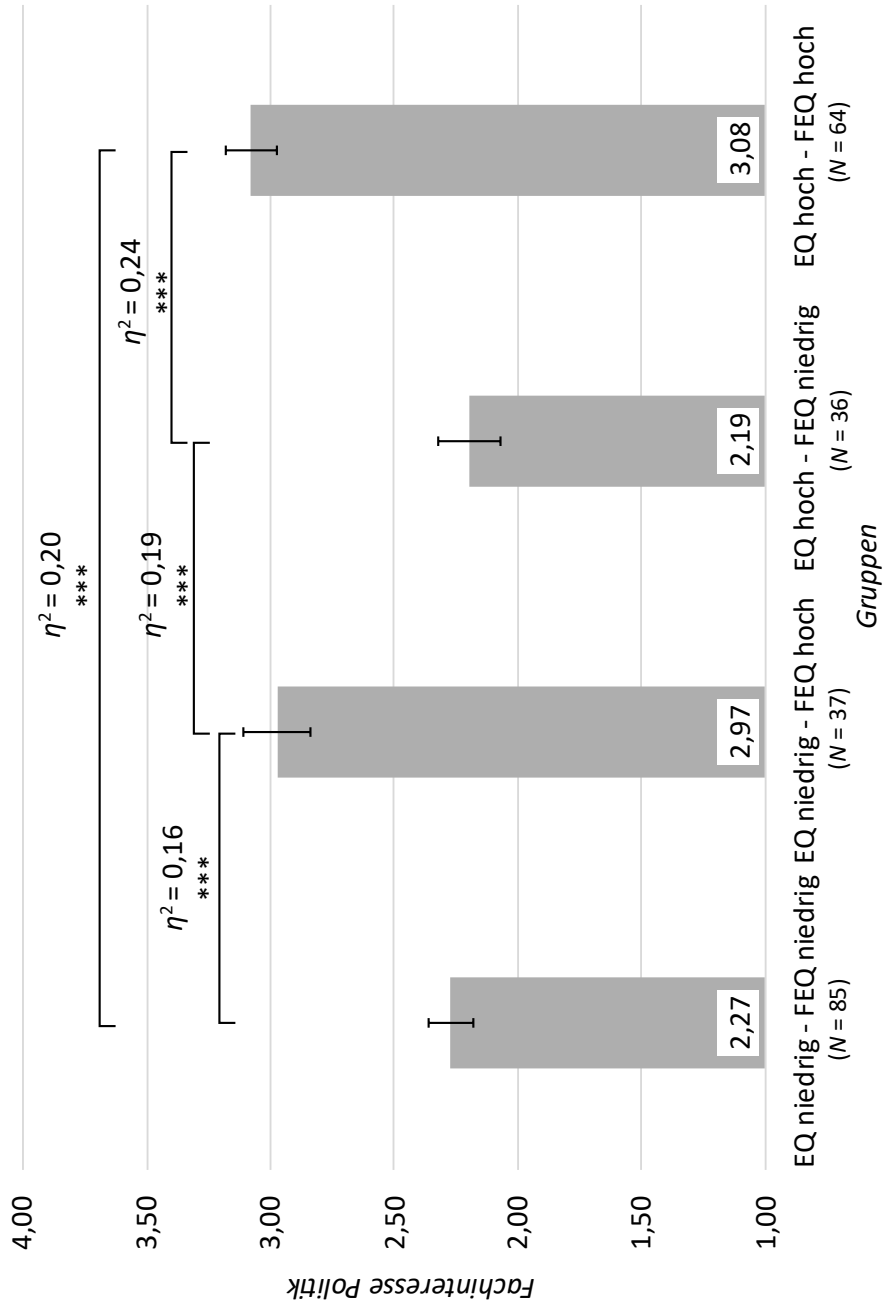


Abbildung 18: Mittelwerte des Fachinteresses Politik der verschiedenen Gruppen auf der Grundlage von EQ und FEQ, Fehlerbalken zeigen Standardfehler. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Für Politik hat die EQ-FEQ-Gruppierung ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf das Fachinteresse Politik ($F(3,218) = 17,86$; $p \leq 0,001$; $\eta_p^2 = 0,20$; $N = 222$). Dabei können 18,6 % der Varianz des Fachinteresses in Politik durch die Gruppierung erklärt werden (korrigiertes R^2). Die Effektgröße entspricht ebenfalls einem großen Effekt. Post-hoc-Tests mit Bonferroni-Korrektur zeigen, dass sich die Gruppierungen nicht alle signifikant unterscheiden. Die Unterschiede einschließlich der Effektgrößen sind in Abbildung 18 zu sehen.

Vergleicht man Physik und Politik miteinander und sortiert die Gruppen nach ihrem Fachinteresse, ergeben sich die gleichen Reihenfolgen (Fachinteresse: EQ hoch - FEQ niedrig < EQ niedrig - FEQ niedrig < EQ niedrig - FEQ hoch < EQ hoch - FEQ hoch). Demnach zeigen die Schülerinnen und Schüler das höchste Fachinteresse, egal ob Politik oder Physik, wenn der FEQ hoch war und damit eine hohe Zahl empathisierender Unterrichtselemente im Unterricht wahrgenommen wurde. Wenn zusätzlich zu einem hohen FEQ auch die Lernenden selbst eine hohe Neigung zu einer empathisierenden Denkweise hatten, war das Fachinteresse in beiden Fächern sogar noch höher.

9.4 Limitationen

Bevor die Ergebnisse diskutiert werden, wird auf die Limitationen der vorliegenden Studie eingegangen.

Als erste Limitation kann benannt werden, dass sich die Daten ausschließlich auf Gymnasien in Nordrhein-Westfalen beziehen, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf andere Schulformen und Bundesländer einschränken könnte. Gymnasien haben oftmals eine eher akademische Ausrichtung, die möglicherweise nicht repräsentativ für die Gesamtheit aller Lernenden ist. Daher spiegeln die Ergebnisse möglicherweise nicht das Fachinteresse von Schülerinnen und Schülern anderer Schulformen und anderer Bundesländer wider.

Zweitens wurde das Fachinteresse Physik und Politik lediglich mit einem einzelnen Item erhoben, was wie in Kapitel 7 beschrieben durchaus legitim ist, jedoch nicht die Vielschichtigkeit des Fachinteresses abbildet.

Drittens basieren die Angaben alle auf Selbstauskünften. Teilnehmende wurden zwar gebeten wahrheitsgemäß zu antworten, allerdings kann es sein, dass ihnen dies nicht immer gelingt, sodass die Validität und Reliabilität der Ergebnisse beeinträchtigt sein kann.

Viertens wurde der Fach-Empathisierungs-Quotient nur zu einem Zeitpunkt erhoben. Er kann jedoch, je nach Phase oder Thema des Unterrichts Schwankungen unterliegen. In zukünftigen Studien sollte in Betracht gezogen werden, an mehrere Messzeitpunkten den FEQ zu erheben, um solchen Schwankungen entgegenzuwirken. Weiter

kann nicht ausgeschlossen werden, dass FEQ von der Lehrkraft, die das Fach unterrichtet und deren Unterrichtsgestaltung abhängig ist.

Schließlich wurden die Daten trichotomisiert, um die Probleme eines Mediansplits und seine Konsequenzen zu vermeiden. Dadurch wurde die Stichprobengröße etwa halbiert, was die statistische Power und Generalisierbarkeit der Ergebnisse beeinträchtigen könnte.

9.5 Diskussion

Die Analyse des Fachinteresses Physik und Politik von Schülerinnen und Schülern auf Grundlage ihrer Gruppierung nach der Ausprägung der Neigung zu empathisierender Denkweise und dem Fach-Empathisierungs-Quotient zeigt, dass sowohl Physik als auch Politik ein bemerkenswert ähnliches Muster in Bezug auf die Höhe des Fachinteresses aufweisen. Diese Beobachtung ist besonders interessant, da die Ergebnisse der fachübergreifenden Studie aus Kapitel 7 und der auf Physik fokussierten Studie in Kapitel 8 keinen signifikanten Einfluss der Neigung zu empathisierender Denkweise auf das Fachinteresse Physik identifizierten.

Dennoch scheint der Zusammenhang zwischen der Neigung zu einer empathisierenden Denkweise (EQ) und den wahrgenommenen empathisierenden Unterrichtselementen, operationalisiert als Fach-Empathisierungs-Quotient (FEQ) auch relevant für das Fachinteresse Physik zu sein. Schülerinnen und Schülern zeigten das höchste Fachinteresse sowohl in Politik als auch in Physik, wenn sie selbst eine hohe Neigung zu empathisierender Denkweise haben und in ihrem Fachunterricht einen hohen Anteil empathisierender Unterrichtselemente wahrnehmen. Dies deutet auf einen Synergieeffekt hin, bei dem die Kombination aus einem hohen EQ und einem hohen FEQ zu hohem Fachinteresse führt, welcher auch in Hypothese 1 vermutet wurde. Interessanterweise war das Fachinteresse der Schülerinnen und Schüler sowohl in Physik als auch in Politik am geringsten, wenn sie selbst eine geringe Neigung zu empathisierender Denkweise als auch wenige empathisierende Unterrichtselemente im Unterricht wahrgenommen haben (Gruppe niedrig EQ - niedrig FEQ). Dies entspricht nicht der zuvor formulierten Hypothese, es kann jedoch vermutet werden, dass Lernende mit einer geringen Neigung zu empathisierender Denkweise möglicherweise Schwierigkeit haben, empathisierende Unterrichtselemente im Unterricht wahrzunehmen.

In der vorliegenden Studie wurde der Zusammenhang zwischen EQ und FEQ von Schülerinnen und Schülern mit ihrem Fachinteresse an Physik und Politik untersucht. Trotz der in den vorherigen Kapiteln vorgestellten Ergebnisse, dass die Neigung zu empathisierender Denkweise kein signifikanter Prädiktor für Fachinteresse Physik ist, zeigte die Analyse, dass zwei in Bezug auf Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise und systematisierender Denkweise unterschiedlich modellierte ein ähnli-

ches Muster aufweisen, wenn der Anteil empathisierender Unterrichtselemente mit einbezogen wird.

Darüber hinaus ist es ein wenig überraschend, dass das Fachinteresse von Schülerinnen und Schülern mit niedrigem EQ auch dann hoch ist, wenn sie in ihrem Unterricht viele empathisierende Unterrichtselemente (FEQ hoch) wahrgenommen haben. Dieser Zusammenhang deutet darauf hin, dass eine Lernumgebung mit hohem FEQ, also viele wahrgenommenen empathisierende Unterrichtselemente, das Fachinteresse an den Fächern Politik und Physik durchweg positiv beeinflusst.

Der Einbezug von empathisierenden Unterrichtselemente könnte das Fachinteresse möglicherweise positiv beeinflussen und somit über alle Schülerinnen und Schüler hinweg einen positiven Effekt haben. In dieser Studie wurden nur Physik und Politik betrachtet, dass diese nach den Ergebnissen aus Kapitel 7 beide durch unterschiedliche Neigungen beeinflusst wurden. Damit wurden zwar sowohl ein naturwissenschaftliches als auch ein geisteswissenschaftliches Fach berücksichtigt, allerdings können diese Ergebnisse nicht direkt auf weitere Fächer verallgemeinert werden. In weiteren Studien sollte daher untersucht werden, inwiefern sich die Ergebnisse auch auf weitere Fächer übertragen lassen.

9.6 Zusammenfassung und Ausblick

In der präsentierten Studie konnte gezeigt werden, dass alle befragten Schülerinnen und Schüler ein höheres Fachinteresse angaben, wenn sie in ihrem Unterricht viele empathisierenden Unterrichtselemente wahrgenommen haben. Dies galt unabhängig davon, ob es sich um Politik- oder Physikunterricht handelte und unabhängig von der individuellen Neigung zu empathisierender Denkweise. Es konnte allerdings auch gezeigt werden, dass Physikunterricht von Lernenden tatsächlich statistisch signifikant weniger empathisierend wahrgenommen wird als im Vergleich Politikunterricht.

Mit der in diesem Kapitel vorgestellten Studie kann nun das vierte Ziel dieser Arbeit

- | | |
|---------------|--|
| | <i>a) Analyse von Physik- und Politikunterricht im Hinblick auf empathisierende Unterrichtselemente und</i> |
| Ziel 4 | <i>b) Analyse der Unterschiede zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise einer Person, dem wahrgenommenen Anteil empathisierender Unterrichtselemente und Fachinteresse in Physik- und Politikunterricht.</i> |

als erreicht angesehen werden.



10 Interesse an empathisierend oder systematisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie

Im vorherigen Kapitel wurde gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler ein höheres Fachinteresse Physik zeigen, wenn sie in ihrem Unterricht viele empathisierenden Unterrichtselemente wahrnehmen. Da dies unabhängig von der individuellen Neigung zu einer empathisierenden Denkweise von Schülerinnen und Schülern zu sein scheint, stellt sich die Frage, inwiefern der Anteil empathisierender Elemente im Physikunterricht erhöht werden kann. Da das „Tor“ für die Neigung zu systematisierender Denkweise im Physikunterricht bereits durch die Art des Faches selbst weit geöffnet ist (Zeyer, 2024) stellt sich die Frage, inwiefern eine Neigung zu empathisierender Denkweise im Physikunterricht stärker berücksichtigt werden kann. Als eine erste Näherung sollen dazu bestehende physikalische Kontexte der ROSE-Studie (Sjøberg & Schreiner, 2010) genutzt werden und so formuliert werden, dass sie verstärkt einer Neigung zu einer empathisierenden Denkweise entgegenkommen. Zu Kontrollzwecken werden die Kontexte auch so formuliert, dass sie verstärkt einer Neigung zu systematisierender Denkweise entgegenkommen.

Mit der nachfolgenden Studie soll das fünfte Ziel dieser Arbeit bearbeitet werden:

Ziel 5	<i>Analyse des Unterschiedes des Interesses von Lernenden an empathisierend oder systematisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie und Zusammenhang zu Gender und ihrer Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise.</i>
---------------	---

10.1 Forschungsfragen und Hypothesen

Bevor Zusammenhänge zwischen Gender, den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und der Formulierung der ROSE-Kontexte untersucht werden, sollen zunächst der Einfluss der Formulierung dieser Kontexte auf deskriptiver Ebene näher betrachtet werden. Dies lässt sich in Form der folgenden ersten Forschungsfrage festhalten:

Forschungsfrage 1

Wie unterscheidet sich das Interesse von Lernenden an physikalischen Kontexten aus der ROSE-Studie in Abhängigkeit davon, ob diese Inhalte eher empathisierend oder systematisierend präsentiert werden?

Ausgehend von bestehenden Ergebnissen, insbesondere aus Kapitel 9 und den Ergebnissen der ROSE-Studie selbst (siehe Kapitel 3.2.3), lässt sich für Forschungsfrage 1 die folgende Hypothese formulieren:

Hypothese 1

Es wird vermutet, dass Lernende insgesamt das größte Interesse an Kontexten zeigen, die empathisierend formuliert sind. Diese Kontexte sprechen sowohl die Neigung zur systematisierenden Denkweise aufgrund ihres gleichbleibenden physikalischen Inhaltes als auch die Neigung zur empathisierenden Denkweise durch ihre empathisierende Einbettung an.

Vermutlich werden systematisierend formulierte Kontexte am wenigsten interessant bewertet, während sich die originalen ROSE-Kontexte hinsichtlich des Interesses zwischen den beiden Formulierungen positionieren.

Nachdem auf einer eher deskriptiven Ebene die Unterschiede zwischen den verschiedenen Kontextformulierungen untersucht wurden, soll in einer zweiten Forschungsfrage analysiert werden, wie sich die Personenmerkmale Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise und Neigung zu systematisierender Denkweise auf die veränderte Kontextformulierung auswirken. Hierbei wird die Differenz im Interesse zwischen dem originalen ROSE-Kontext und den jeweils empathisierend oder systematisierend formulierten Kontexten betrachtet.

Dazu lässt sich die folgende Forschungsfrage formulieren:

Forschungsfrage 2

Wie wirken sich Gender, die Neigung zu empathisierender Denkweise und die Neigung zu systematisierender Denkweise auf Unterschiede im Interesse an Inhalten der ROSE-Studie aus, wenn diese Inhalte je nach Formulierung eher empathisierend oder systematisierend präsentiert werden?

Zu Forschungsfrage 2 lassen sich die folgenden beiden Hypothesen formulieren:

Hypothese 2	<i>Aus den bisherigen Erkenntnissen der Zusammenhänge zwischen Gender und den originalen Kontexten der ROSE-Studie lässt sich vermuten, dass Mädchen ein höheres Interesse an empathisierend formulierten Kontexten angeben, da sich näherungsweise bereits solche Kontexte unter den zehn interessantesten Themen für Mädchen wiederfinden (Holstermann & Bögeholz, 2007).</i>
Hypothese 3	<i>In Bezug auf die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise kann ausgehend von Kapitel 9 vermutet werden, dass Schülerinnen und Schüler mit einer Neigung zu empathisierender Denkweise eher an Kontexten interessiert sind, die empathisierend formuliert sind, da sie so mehr empathisierende Unterrichtselemente im Physikunterricht wahrnehmen. Da der physikalische Inhalt weiterhin systematisierend ist, lässt sich vermuten, dass die Neigung zu systematisierender Denkweise keinen Einfluss auf das Interesse an unterschiedlich formulierten Kontexten hat und Personen mit dieser Neigung ein hohes Interesse an beiden Formulierungen angeben (Baron-Cohen, 2002).</i>

10.2 Methodisches Vorgehen

10.2.1 Stichprobe und Untersuchungsdesign

Die Datenerhebung fand im März 2023 statt und umfasste $N = 514$ Schülerinnen und Schüler ($N_{\text{männlich}} = 270$, $N_{\text{weiblich}} = 244$, $N_{\text{divers}} = 3$) der 8. Bis 12. Klasse der Schulform „Gymnasium“ in Nordrhein-Westfalen. Das durchschnittliche Alter der befragten Lernenden betrug 14,83 Jahre ($SD = 1,48$ Jahre). Zur Erhebung wurde ein Online-Fragebogen, erstellt mit der Software „SoSci-Survey“, verwendet. Die Befragung wurde entweder von geschulten Lehrkräften oder den Verantwortlichen der Studie durchgeführt.

Bei der Stichprobe handelt es sich nach Döring und Bortz (2016, S. 306) um eine Gelegenheitsstichprobe. In der Sekundarstufe I fand die Befragung im für alle Schülerinnen und Schüler verpflichtenden Physikunterricht und in der Sekundarstufe II in innerhalb von parallellaufenden Kursen statt, sodass sowohl Lernende mit als auch ohne Physikkurs in der Sekundarstufe II befragt werden konnten.

10.2.2 Verfahren und Instrumente

Die demografischen Angaben der Stichprobe umfassen Gender, Alter und Klassenstufe. Um die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise zu

erheben, wurde wie auch in den zuvor präsentierten Studien die in Kapitel 6 speziell für Kinder und Jugendliche adaptierte und gekürzte Kurzskala verwendet (siehe auch Welberg et al., 2024a). Mithilfe dieser Skala wird jeder Person ein Empathisierungs-Quotient (EQ) und ein Systematisierungs-Quotient (SQ) zugeordnet, die als Maß für die Neigung zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise dienen.

Für die Messung des Fachinteresses im Fach Physik wurde erneut eine 11-Item-Skala gewählt, die verschiedene Facetten des Fachinteresses erfasst, darunter gefühlsbezogene Valenz, wertbezogene Valenz und intrinsische Orientierung (Bergmann, 2020).

Die Identifikation der physikbezogenen ROSE-Kontexte und ihr Framing in eine empathisierende beziehungsweise systematisierende Richtung basiert auf der Masterarbeit von Kapteina (2023). Das Vorgehen gliedert sich in vier Schritte:

- 1.) Identifikation der physikbezogenen ROSE-Items
- 2.) Übersetzung der identifizierten physikbezogenen ROSE-Items
- 3.) Formulierung der ROSE-Items in eine empathisierende beziehungsweise systematisierende Richtung
- 4.) Diskussion der Items in einer Runde von Expertinnen und Experten

Die Formulierung in eine empathisierende beziehungsweise systematisierende Richtung basiert dabei auf den Definitionen der beiden Neigungen und auf den Überlegungen von Zeyer und Dillon (2019), wobei die Formulierung in eine systematisierende Richtung lediglich zu Kontrollzwecken erfolgt. Die final identifizierten 51 Items finden sich in Tabelle A. 13 im Anhang. In der Tabelle ist auch die zugehörige Kontextdimension (siehe Tabelle 2) abgebildet, diese wird in den nachfolgenden Analysen jedoch nicht weiter berücksichtigt.

Eine ausführliche Darstellung der verwendeten Instrumente, einschließlich der statistischen Gütekriterien und Beispielitems, ist in Tabelle A. 14 im Anhang zu finden.

Die statistische Auswertung erfolgte unter Verwendung der Software *IBM SPSS Statistics* (Version 29.0.0.0 (241)) sowie *IBM SPSS AMOS* (Version 29.0.0). Dabei wurden für die Skalen zum Fachinteresse Physik sowie zu Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und die ROSE-Kontexte die Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Zudem wurden die Voraussetzungen (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7) für die Anwendung parametrischer Tests überprüft.

Um Forschungsfrage 1 zu beantworten, wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet und diese mithilfe einer ANOVA verglichen, um zu prüfen, ob Unterschiede in den Interessenausprägungen je nach Kontextformulierung bestehen.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen 2 wurden die Differenzen zwischen dem Interesse an der originalen Formulierung des ROSE-Kontextes und der empathisierenden beziehungsweise systematisierenden Formulierung berechnet und anschließend explorativ ein Pfadmodelle mit manifesten Variablen geschätzt. Zunächst wurden in diesen Modellen alle potenziellen Pfade zugelassen. Anschließend erfolgte eine schrittweise Reduktion der Pfade.

Die Differenzen wurden wie folgt berechnet. Dabei bezeichnet „KS“ das Interesse am systematisierend formulierten ROSE-Kontext, „KE“ das Interesse am empathisierend formulierten ROSE-Kontext und „KO“ das Interesse am original formulierten ROSE-Kontext:

$$\Delta_{KS} = KS - KO$$

$$\Delta_{KE} = KE - KO$$

10.3 Ergebnisse

10.3.1 Forschungsfrage 1: Unterschiede im Interesse an empathisierend beziehungsweise systematisierend formulierten Kontexten

In Abbildung 19 sind die Mittelwerte inklusive Standardfehler des Interesses an den unterschiedlichen Kontextformulierungen dargestellt. Das höchste Interesse geben die Schülerinnen und Schüler bei empathisierend formulierten Kontexten an ($M = 2,81$; $SD = 0,54$), ein mittleres Interesse bei den originalen ROSE-Kontexten ($M = 2,72$; $SD = 0,55$) und das niedrigste Interesse bei den systematisierend formulierten Kontexten ($M = 2,66$; $SD = 0,57$). Eine ANOVA zeigt, dass sich das mittlere Interesse in den drei Kontextformulierungen statistisch signifikant unterscheidet ($F(2; 1026) = 121,36$; $p \leq 0,001$; $\eta_p^2 = 0,19$). Bonferroni-korrigierte post-hoc Tests zeigen, dass sich alle drei Kontextformulierungen statistisch signifikant voneinander unterscheiden, jedoch mit unterschiedlicher Effektstärke. Die originale ROSE-Formulierung wird statistisch signifikant interessanter bewertet als die systematisierende Kontextformulierung mit kleiner Effektstärke. Ein statistisch signifikanter Unterschied mit ebenfalls kleiner Effektstärke findet sich zwischen der originalen ROSE-Formulierung und der empathisierenden Formulierung, wobei die empathisierende Formulierung interessanter bewertet wird. Die empathisierende und systematisierende Kontextformulierung unterscheiden sich signifikant mit mittlerer Effektstärke, wobei die empathisierende Formulierung interessanter bewertet wird.

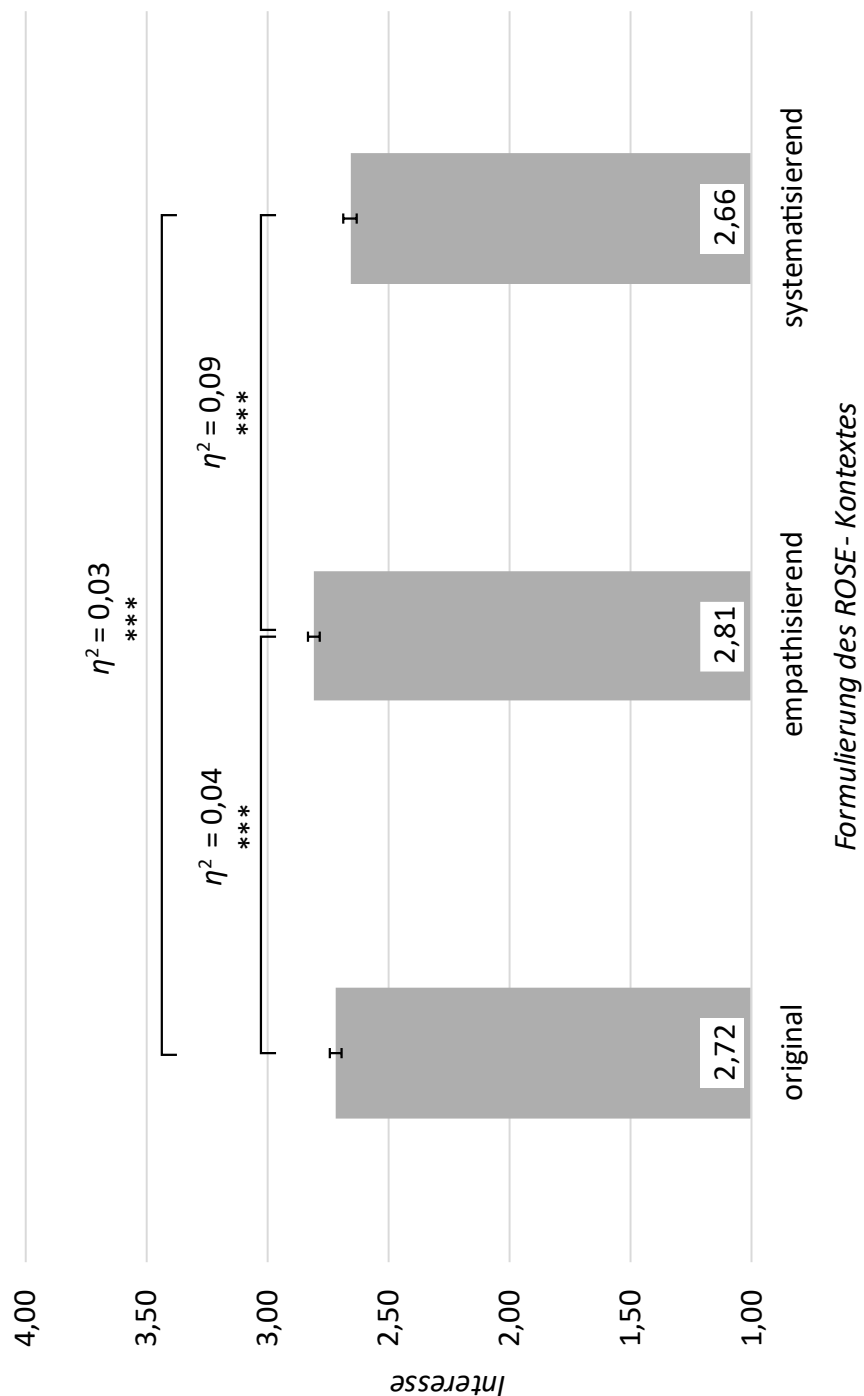


Abbildung 19: Mittelwerte des Interesses an unterschiedlich formulierten Kontexten der ROSE-Studie. Fehlerbal-
ken zeigen Standardfehler. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

10.3.2 Forschungsfrage 2: Zusammenhang zwischen Gender, den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und der Formulierung von ROSE-Kontexten

Zur Beantwortung von Forschungsfrage 2 soll explorativ ein manifestes Pfadmodell geschätzt werden, um die Veränderung des Interesses an den unterschiedlich formulierten Kontexten in Zusammenhang mit Gender und den Neigungen zu empathisie-

render und systematisierender Denkweise zu untersuchen. Dazu werden zunächst alle möglichen Pfadmodelle zugelassen und nach und nach statistisch nicht-signifikante Pfade entfernt. Dies geschieht analog zum Vorgehen in Kapitel 8.

Abbildung 20 zeigt das auf diese Weise erhaltene Pfadmodell.

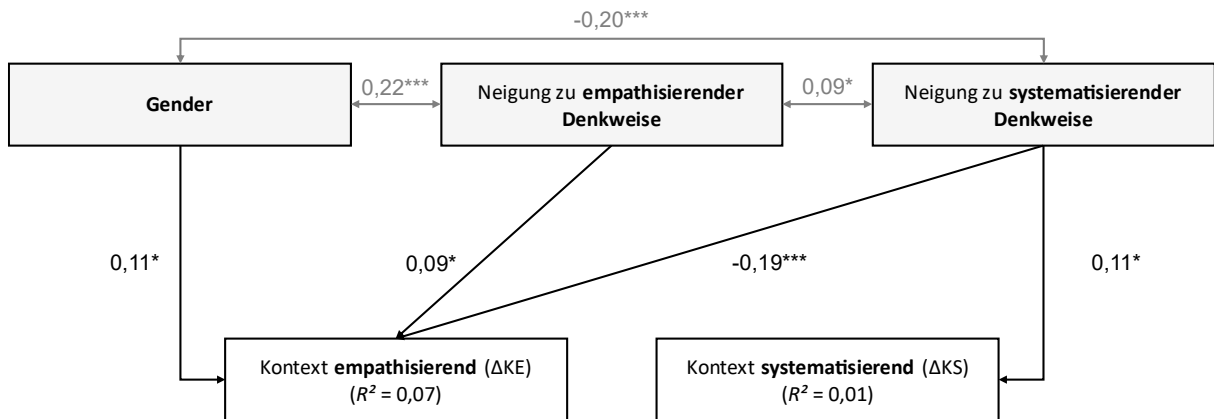


Abbildung 20: Pfadmodell der Zusammenhänge zwischen Gender, der Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise sowie der empathisierenden oder systematisierenden Kontextformulierung. Die Richtungspfeile zeigen die Vorhersagekraft an. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: $^*p \leq 0,05$; $^{**}p \leq 0,01$; $^{***}p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz).

Hierbei ist anzumerken, dass das Modell keinen zufriedenstellenden Modellfit lieferte. Hierauf wird in der Diskussion näher eingegangen. Da eine analog durchgeführte Regressionsanalyse jedoch dieselben Ergebnisse zeigte, werden im Folgenden die deskriptiven Ergebnisse des Pfadmodells berichtet. Aus dem Pfadmodell und den durchgeführten Regressionen können die folgenden Aussagen abgeleitet werden:

- Je höher die Neigung einer Person zu einer systematisierenden Denkweise ist, desto interessanter bewertet sie eine Formulierung des Kontextes in eine systematisierende Richtung gegenüber dem originalen Kontext.
- Je höher die Neigung einer Person zu einer systematisierenden Denkweise ist, desto weniger interessant bewertet sie eine Formulierung des Kontextes in eine empathisierende Richtung gegenüber dem originalen Kontext.
- Je höher die Neigung einer Person zu einer empathisierenden Denkweise ist, desto interessanter wird eine Formulierung des Kontextes in eine empathisierende Richtung gegenüber dem originalen Kontext bewertet.
- Gender hat einen Einfluss auf die Formulierung des Kontextes: Mädchen geben ein höheres Interesse an einer empathisierenden Formulierung des Kontextes gegenüber der originalen Formulierung an.

10.4 Limitationen

Bevor die vorliegenden Ergebnisse abschließend diskutiert werden, sollen vorab die Limitationen dieser Studie betrachtet werden.

Zu den Limitationen dieser Studie zählen mehrere Faktoren, die die Generalisierbarkeit und Validität der Ergebnisse beeinflussen können. Erstens beziehen sich die erhobenen Daten ausschließlich auf Gymnasien in Deutschland. Diese Auswahl schränkt die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Bildungseinrichtungen oder internationale Kontexte ein.

Zweitens wurden, wie in vorangegangenen Studien, die Neigungen zu empathisierender (EQ) und systematisierender (SQ) Denkweise ausschließlich durch Selbstauskunft der Teilnehmenden erfasst. Dies birgt das Risiko, dass diese nicht immer in der Lage oder gewillt sind, wahrheitsgemäße oder präzise Auskünfte zu erteilen, was die Gültigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse beeinträchtigen kann.

Drittens besteht die Möglichkeit, dass einzelne von der Expertinnen- und Expertenrunde formulierte Kontexte von den Teilnehmenden anders wahrgenommen werden, als ursprünglich beabsichtigt. Darüber hinaus stellen die Kontext-Items der ROSE-Studie lediglich eine textliche Darstellung dar und bilden nicht den tatsächlichen Unterricht und auch nicht alle Ebenen eines Kontextes nach Finkelstein (2005) ab. Die Schülerinnen und Schüler könnten aufgrund ihrer eigenen Erfahrungen unterschiedliche Assoziationen bilden. Deshalb bieten die Ergebnisse nur einen ersten Einblick in die potenzielle Implementierung empathisierender Unterrichtselemente im Physikunterricht. Diese Ansätze müssen in realen Unterrichtssituationen validiert werden, um ihre praktische Anwendbarkeit zu prüfen.

Schließlich weist das Pfadmodell zur zweiten Forschungsfrage keinen zufriedenstellenden Modellfit auf. Obwohl Regressionsanalysen die Ergebnisse stützen, können nur die deskriptiven Befunde herangezogen werden, was die Stärke der Schlussfolgerungen einschränkt.

10.5 Diskussion

Die Ergebnisse aus Forschungsfrage 1 zeigen, dass Schülerinnen und Schüler das höchste Interesse an empathisierenden formulierten Kontexten der ROSE-Studie angeben, was in Einklang mit bestehenden Forschungsergebnissen ist, die zwar nicht konkret empathisierende Kontexte und Themen untersuchten, aber zum Beispiel ebenfalls feststellten, dass Lernenden an Themen, die den menschlichen Körper oder Gesundheit betrafen ebenfalls ein hohes Interesse feststellten (Elster, 2007; Häußler et al., 1996; Hoffmann et al., 1998). Daher konnte die aufgestellte Hypothese bestätigt werden.

In Bezug auf Forschungsfrage 2 wurden die Differenzen zwischen der originalen Formulierung des ROSE-Kontextes und einer eher empathisierend beziehungsweise systematisierend formulierten Version betrachtet. Die Modellierung im Pfadmodell lieferte zwar keinen zufriedenstellenden Modellfit, was entweder auf die Formulierung der Items oder durch möglicherweise weitere Mediatoreffekte wie zum Beispiel Fachinteresse Physik oder das aktuell behandelte Thema zurückzuführen ist. Insgesamt konnten die Ergebnisse die aufgestellten Hypothesen jedoch bestätigen: Gender hat einen Einfluss auf die Formulierung des Kontextes; in den hier präsentierten Daten gaben Mädchen tendenziell ein höheres Interesse am empathisierenden Kontext gegenüber dem Ausgangskontext an. Zusätzlich konnten auch Zusammenhänge zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise und einer empathisierenden Kontextformulierung festgestellt werden, die sich positiv auf das Interesse am Kontext gegenüber der originalen Formulierung auswirkte.

Entgegen der anfänglichen Vermutung hatte auch die Neigung zu systematisierender Denkweise Einfluss auf das Interesse am Kontext, je nach Formulierung. Eine Neigung zu systematisierender Denkweise führte zu einem höheren Interesse an systematisierend formulierten Kontexten, jedoch zu einem niedrigeren Interesse an empathisierend formulierten Kontexten. Diesen Effekt gilt es in weiteren Studien zu überprüfen, inwiefern Kontexte angepasst werden, um einer Neigung zu empathisierender Denkweise entgegenzukommen, jedoch nicht das Interesse von Personen mit einer Neigung zu systematisierender Denkweise signifikant zu verschlechtern.

10.6 Zusammenfassung und Ausblick

In der präsentierten Studie wurde ausgehend von den Ergebnissen aus Kapitel 9 untersucht, inwiefern sich die Formulierung des Kontextes in eine empathisierende oder systematisierende Richtung auf das Interesse von Schülerinnen und Schülern an diesen Kontexten auswirkt. Insgesamt gaben Lernende das höchste Interesse an empathisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie an, jedoch zeigte eine anschließende Analyse im Pfadmodell, dass sich in Bezug auf die Neigung zu systematisierender Denkweise, ein negativer Zusammenhang zwischen dem Interesse an empathisierend formulierten Kontexten und der Neigung zu systematisierender Denkweise zeigte. In weiteren Studien müsste daher überprüft werden, wie reale Unterrichtssituationen gestaltet werden können, die beiden Neigungen entgegenkommen. Zudem stellt sich die Frage, ob Lernende mit einer Neigung zur systematisierenden Denkweise im realen Unterricht möglicherweise einen stärkeren Fachbezug erkennen, was dazu führen könnte, dass der Kontext ihre Wahrnehmung und ihr Interesse an Physik nicht negativ beeinflusst.

Mit der in diesem Kapitel vorgestellten Studie kann nun das fünfte Ziel dieser Arbeit

Ziel 5

Analyse des Unterschiedes des Interesses von Lernenden an empathisierend oder systematisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie und Zusammenhang zu Gender und ihrer Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise.

als erreicht angesehen werden.

11 Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, das Interesse von Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht besser zu verstehen, um ihnen vielfältigere Möglichkeiten zur Interessenentwicklung im Fach Physik im Rahmen ihrer Entwicklung der eigenen Persönlichkeit zu bieten.

Neben dem häufig untersuchten Personenmerkmal Gender wurden insbesondere zwei weitere Merkmale betrachtet: die Neigung zu empathisierender Denkweise und die Neigung zu systematisierender Denkweise. Diese Merkmale wurden einbezogen, um eine detailliertere Charakterisierung der Lernenden zu ermöglichen und ihr Interesse an Physik, sowie an physikalischen Inhalten umfassender zu verstehen.

Um diesem Ziel nachzugehen, wurden fünf sich aufeinander beziehende Studien vorgestellt, die jede ihren eigenen Beitrag zum besseren Verständnis des Interesses an Physik leisteten. Im Folgenden werden die Studien kurz zusammengefasst und ihr jeweiliger Beitrag zum Gesamtergebnis dieser Arbeit erläutert.

Die erste präsentierte Studie verfolgte das folgende Ziel, die Grundlage für die nachfolgenden Studien zu schaffen und ein geeignetes Erhebungsinstrument zur Messung der beiden Neigungen zu adaptieren. Dieses Ziel ließ sich wie folgt formulieren:

Ziel 1	<i>Kürzung und Adaption eines englischsprachigen Erhebungsinstrumentes zur Messung der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise bei Kindern und Jugendlichen im deutschsprachigen Raum.</i>
---------------	---

Der Ausgangspunkt war hierbei eine deutsche Übersetzung (Baron-Cohen, 2004b) des originalen Erhebungsinstrumentes (Baron-Cohen, 2004a). Neben einer Adaption des Instrumentes für Kinder und Jugendliche wurde das Instrument zusätzlich auch auf insgesamt 24 Items (14 Items für die Skala zur Messung der Neigung zu empathisierender Denkweise, 10 Items für die Skala zur Messung der Items zu systematisierender Denkweise). Es existierte zwar bereits eine deutschsprachige Kurzversion zur Messung beider Denkweisen (Samson & Huber, 2010), jedoch war diese aufgrund der Wahl der Items nicht für Kinder und Jugendliche der angestrebten Zielgruppe

geeignet (A.-K. Schneider, 2021). Das neu gekürzte und adaptierte Erhebungsinstrument erfüllte dabei die Gütekriterien quantitativer Forschung und konnte im Anschluss für nachfolgende Analysen eingesetzt werden. Da nun ein geeignetes Erhebungsinstrument vorlag, wurde in einem ersten Schritt der Zusammenhang zwischen Gender, der Neigung zu empathisierender Denkweise und der Neigung zu systematisierender Denkweise mit dem Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer untersucht. Dies hatte einerseits das Ziel in Anlehnung an bestehende Studien (z. B. Billington et al., 2007; Kidron et al., 2018; Zeyer & Wolf, 2010) Unterschiede zwischen dem Fachinteresse an MINT-Fächern und Geisteswissenschaften zu untersuchen, da die Unterscheidung aus bestehenden Studien so bekannt war und andererseits eine Grundlage zu schaffen, um die sich anschließenden Ergebnisse für das Fach Physik allein besser einordnen zu können. Dieses Ziel wurde daher formuliert als:

Ziel 2	<i>Modellierung des Zusammenhanges zwischen dem Fachinteresse ausgewählter Schulfächer (Geisteswissenschaften und MINT) und Gender, sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise.</i>
---------------	---

Dazu wurden für insgesamt zehn Schulfächer (MINT: Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik, Physik; Geisteswissenschaften: Deutsch, Englisch, Geografie, Geschichte, Politik) jeweils separate Pfadmodelle geschätzt und ihre Modellierung durch Gender, die Neigung zu empathisierender und die Neigung zu systematisierender Denkweise verglichen. Es ließ sich feststellen, dass das Fachinteresse aller MINT-Fächer, bis auf das Fach Biologie, ausschließlich von Gender und der Neigung zu systematisierender Denkweise modelliert werden konnte. Es wurde dazu die Vermutung angestellt, dass diese Fächer in ihrer Art und Weise wie der Fachinhalt strukturiert ist und im Unterricht auf eine Weise präsentiert wird, die eher der Neigung zu einer systematisierenden Denkweise entgegenkommt. Das Fach Biologie gehört zwar auch zum MINT-Bereich, scheint allerdings auch Personen mit einer ausgeprägten Neigung zu empathisierender Denkweise anzusprechen, da es möglicherweise durch seinen Fachinhalte, wie zum Beispiel Humanbiologie, Personen mit dieser Neigung entgegenkommt. Das Fachinteresse Biologie konnte daher durch alle drei Personenmerkmale modelliert werden.

Gab es bei MINT-Fächern eine recht eindeutige Zuordnung der Modellierungen, so waren die Ergebnisse für die geisteswissenschaftlichen Fächer weniger eindeutig. Hier zeigte sich, dass sich das Fachinteresse von Deutsch und Geografie ebenfalls wie das Fachinteresse Biologie durch beide Neigungen und Gender modellieren lässt. Das Fachinteresse Politik ließ sich ausschließlich durch die Neigung zu empathisierender Denkweise und Gender modellieren, wobei das Fachinteresse Englisch sich aus-

schließlich durch die Neigung zu empathisierender Denkweise und nicht durch Gender vorhersagen ließ. Das Fachinteresse Englisch war demnach das einzige Fach, welches sich im Pfadmodell genderunabhängig modellieren ließ. Interessanterweise ließ sich das Fachinteresse Geschichte analog zu dem Fachinteresse der meisten MINT-Fächer modellieren, obwohl es sich offensichtlich um eine Geisteswissenschaft handelt. Hier wurde vermutet, dass dies möglicherweise auf der Art des Faches und der Strukturierung durch Epochen und Zeiten beruht, die eher eine Neigung zu systematisierender Denkweise entgegenkommt.

Nachdem in einer ersten Studie der Einfluss der Personenmerkmale Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise und Neigung zu systematisierender Denkweise auf das Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer untersucht wurde, sollte sich in einer nächsten Studie wieder konkret auf das Fach Physik fokussiert werden und die Zusammenhänge speziell für das Fach Physik betrachtet werden. Zusätzlich zum Fachinteresse wurde auch die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II mit einbezogen, um zu untersuchen, inwiefern die Personenmerkmale einen Einfluss auf diese haben. Daher wurde als das Ziel einer dritten Studie das folgende, stärker auf das Fach Physik fokussierte Ziel, formuliert und untersucht:

Ziel 3	<i>Modellierung des Zusammenhanges zwischen Fachinteresse Physik, der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II und Gender, sowie den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise.</i>
---------------	---

Für die Erreichung des Ziels wurden zunächst separate Korrelationen zwischen den drei Personenmerkmalen und dem Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II berechnet. Diese zeigten eine Korrelation mit großer Effektstärke zwischen dem Fachinteresse Physik und der Neigung zu systematisierender Denkweise sowie eine (negative) Korrelation mit mittlerer Effektstärke zwischen Gender und dem Fachinteresse Physik zugunsten der Jungen.

Wie aus den Analysen der vorherigen Studie erwartet, zeigte sich auch in dieser Stichprobe in der Korrelation kein Zusammenhang zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik. Für die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II konnte ebenfalls kein statistisch signifikanter Zusammenhang zu der Neigung zu empathisierender Denkweise festgestellt werden. Dafür konnten Korrelationen zwischen der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II und den Personenmerkmalen Gender und der Neigung zu systematisierender Denkweise mit schwacher Effektstärke und dem Fachinteresse Physik mit mittlerer Effektstärke festgestellt werden.

Ausgehend von diesen Befunden wurden in einer zweiten Forschungsfrage die betrachteten Konstrukte in einem gemeinsamen Pfadmodell analysiert, um auch Zusammenhänge zwischen den Variablen und theoretisch begründete Wirkrichtungen zu betrachten. Hier zeigten sich statistisch signifikante direkte Zusammenhänge zwischen Gender und dem Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II sowie zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik. Der in der Korrelation noch signifikante Zusammenhang zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II war im Pfadmodell nicht mehr signifikant, da der Einfluss auf die Kurswahl vermutlich komplett durch das Fachinteresse Physik mediiert wurde. Jedoch ist der indirekte Pfad über die Neigung zu systematisierende Denkweise auf Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II mediiert durch das Fachinteresse Physik stärker als der direkte Pfeil von Gender, was den Einbezug weitere Personenmerkmale für ein besseres Verständnis der Zusammenhänge legitimiert.

Um der Frage nachzugehen, inwiefern die drei Personenmerkmale einen einzelnen Beitrag zur Varianzaufklärung von Fachinteresse Physik und Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II leisten, wurden in einer dritten Forschungsfrage drei separate Pfadmodelle mit jeweils nur einem Personenmerkmal geschätzt. Es zeigen sich die bekannten Zusammenhänge und auch die Varianzaufklärung der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II bleibt annähernd gleich, da sich diese primär durch das Fachinteresse Physik ergibt, welches in allen drei Modellen vorkommt. Der Unterschied in den Modellen liegt in der Varianzaufklärung des Fachinteresses Physik, welches durch den alleinigen Einbezug der Neigung zu systematisierender Denkweise fast viermal so hoch ist wie durch den alleinigen Einbezug von Gender. Dies verdeutlicht erneut die Relevanz des Einbezugs weiterer Personenmerkmale neben Gender, um besonders das Fachinteresse Physik besser verstehen zu können.

Es zeigte sich in zwei unterschiedlichen Stichproben kein Zusammenhang zwischen einer Neigung zu empathisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik. Die Vermutung, dass die Neigung zu empathisierender Denkweise kein aussagekräftiges Personenmerkmal sei, konnte aber mit Hinblick auf die Ergebnisse der zweiten Studie verworfen werden, denn hier wurde sowohl das Fachinteresse Englisch als auch Politik durch eine Neigung zu empathisierender und nicht durch eine Neigung zu systematisierender Denkwiese modelliert. Dies war Ausgangspunkt für das Ziel einer nächsten Studie, die sich der Neigung zu empathisierender Denkweise im Physikunterricht widmen sollte und dies gegenüber Politikunterricht analysieren sollte, da hier ein Zusammenhang zwischen dieser Neigung und Fachinteresse besteht. Daher wurde in der nächsten Studie das folgende Ziel bearbeitet:

a) Analyse von Physik- und Politikunterricht im Hinblick auf empathisierende Unterrichtselemente und

Ziel 4

b) Analyse der Unterschiede zwischen der Neigung zu empathisierender Denkweise einer Person, dem wahrgenommenen Anteil empathisierender Unterrichtselemente und Fachinteresse in Physik- und Politikunterricht.

Ausgehend von bereits vorhandenen Forderungen nach mehr Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht (Zeyer, 2024; Zeyer & Dillon, 2019) und einer dazu vorhandenen Checkliste wurde in einem ersten Schritt ein Fragebogen entwickelt, der den wahrgenommenen Anteil empathisierender Unterrichtselemente im Physik- und Politikunterricht messen kann. Erste Analysen zeigten, dass die befragten Schülerinnen und Schüler ein signifikant niedrigeres Fachinteresse Physik als Fachinteresse Politik hatten und auch der wahrgenommene Anteil empathisierender Unterrichtselemente im Physikunterricht signifikant geringer war als im Politikunterricht.

Ausgehend von diesen Befunden wurden in einem zweiten Schritt Gruppen durch eine Trichotomisierung Daten gebildet und das Fachinteresse Physik beziehungsweise Fachinteresse Politik zwischen den Gruppen verglichen. Die Gruppen basierten dabei auf der individuellen Neigung zu empathisierender Denkweise der Lernenden und den wahrgenommenen empathisierenden Unterrichtselementen. Es zeigte sich, unabhängig vom Fach, dass Schülerinnen und Schüler das höchste Fachinteresse hatten, wenn sie im Unterricht einen hohen Anteil empathisierender Unterrichtselemente wahrgenommen haben und sie selbst auch eine ausgeprägte Neigung zu empathisierender Denkweise hatten. Interessanterweise hatten die Schülerinnen und Schüler auch ein hohes Fachinteresse an beiden Fächern, wenn sie selbst eine eher geringe Neigung zu empathisierender Denkweise hatten, sodass für alle befragten Schülerinnen und Schüler die Wahrnehmung von mehr empathisierenden Unterrichtselementen sowohl im Politik- als auch im Physikunterricht zu einem hohen Fachinteresse führten.

Ausgehend von diesen Befunden wurde der Frage nachgegangen, ob der Anteil empathisierender Unterrichtselemente im Physikunterricht möglicherweise in erste Näherung durch die Umformulierung ausgewählter Kontexte der ROSE-Studie erhöht werden kann. Dazu wurde das fünfte und letzte Ziel dieser Arbeit formuliert:

Ziel 5

Analyse des Unterschiedes des Interesses von Lernenden an empathisierend oder systematisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie und Zusammenhang zu Gender und ihrer Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise.

Zunächst wurden die Mittelwerte des Interesses an den unterschiedlichen Kontextformulierungen (empathisierend und systematisierend) und den originalen ROSE-Items berechnet und miteinander verglichen. Es zeigten sich paarweise signifikante Unterschiede, wobei das Interesse an empathisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie am höchsten und das an systematisierend formulierten Kontexten der ROSE-Studie am niedrigsten war. Dies zeigte, dass eine erste eher empathisierende Präsentation von Kontexten ein höheres Interesse an diesen hervorhebt und Schülerinnen und Schüler somit stärker „gecatched“ (Hidi & Renninger, 2006) werden. Wichtig ist, dass auch der anschließende Physikunterricht empathisierende Unterrichtselemente enthält, das konnte jedoch im Rahmen dieser Studie nicht überprüft werden.

Nach dem Vergleich des Interesses an den unterschiedlichen Kontextformulierungen wurde die Differenz des Interesses zwischen der originalen ROSE-Formulierung und der eher empathisierenden oder systematisierenden Formulierung und in einem Pfadmodell die Zusammenhänge zu Gender, der Neigung zu empathisierender und der Neigung zu systematisierender Denkweise geprüft. Hier zeigte sich, dass Personen mit einer stärkeren Neigung zu systematisierender Denkweise systematisierende Kontextformulierungen als interessanter im Vergleich zum originalen Kontext bewerten, während sie empathisierende Formulierungen weniger interessant bewerten. Im Gegensatz dazu empfinden Personen mit einer stärkeren Neigung zu empathisierender Denkweise empathisierende Formulierungen als interessanter gegenüber der ursprünglichen Formulierung. Darüber hinaus hat auch Gender einen Einfluss auf die Bewertung des Interesses der unterschiedlichen Kontextformulierungen: Mädchen zeigen ein größeres Interesse an empathisierenden Kontextformulierungen im Vergleich zur originalen Formulierung. Hier zeigte sich interessanterweise entgegen einer formulierten Hypothese, dass sich eine eher empathisierende Formulierung der ROSE-Kontexte leicht negativ auf das Interesse an den physikalischen Kontexten bei Personen mit einer Neigung zu systematisierender Denkweise auswirkt. Es konnte in dieser Studie nicht überprüft werden, ob es sich nur um ein methodisches Artefakt handelt und dieser Zusammenhang nur deshalb auftritt, weil Lernende mit einer Neigung zu systematisierender Denkweise an allen drei Formulierungen ein hohes Interesse aufweisen und lediglich die anderen beiden interessanter bewerten.

12 Implikationen für Schulpraxis und Forschung

Nachdem die Ergebnisse dieser Arbeit nun präsentiert wurden, stellt sich die Frage, welchen Mehrwert sie für Schulpraxis und Forschung bieten. In Bezug auf die Implikationen für die Forschung kann genannt werden, dass mögliche Limitationen der einzelnen Studien genutzt werden könnten, um die empirischen Erkenntnisse weiterzuentwickeln. So besteht zum Beispiel noch Potenzial in der Weiterentwicklung der Skalen zu empathisierenden Unterrichtselementen im Physikunterricht oder auch der Einbezug weiterer Fächer. Zusätzlich könnte auch einerseits eine Erweiterung der Charakterisierung von Personen durch die Hinzunahme weitere Personenmerkmale (Laumann et al., 2025) tiefergehende Einblicke in den Zusammenhang zwischen Fachinteresse Physik, Gender, der Neigung zu empathisierender Denkweise, der Neigung zu systematisierender Denkweise und weiteren Personenmerkmalen geben.

Aber auch abseits von weiteren quantitativ angelegten Forschungsprojekten könnten auch qualitativ angelegte Interviewstudien oder Unterrichtsbeobachtungen weitere Erkenntnisse liefern. Es könnte zum Beispiel spannend sein Unterricht, der von Physiklehrkräften mit einer unterschiedlichen Ausprägung der Neigungen zu empathisierender systematisierender Denkweise durchgeführt wurde, zu videografieren und im Anschluss auszuwerten. Es könnte dann der Frage nachgegangen werden, inwiefern sich eine unterschiedliche Neigung im konkreten Unterricht auswirkt. Zusätzlich könnte man durch eine Videografie von Unterricht und einer anschließenden Befragung von Lernenden in Bezug auf empathisierende Unterrichtselemente untersuchen, ob sich solche Elemente auch im konkreten Unterricht wiederfinden und inwieweit sich die Wahrnehmung vom realen Unterricht unterscheidet.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse studienübergreifend, dass der Einbezug weitere Personenmerkmale lohnend für weiterführende Analysen, in diesem Fall zum Fachinteresse Physik, ist. Da mit der gekürzten und adaptierten Skala nun ein geprüft und validiertes Erhebungsinstrument vorliegt, lassen sich die beiden Neigungen auch unkompliziert in weitere Forschungsprojekte mit einbeziehen.

Neben den bereits genannten Ansätzen hinsichtlich der Implikationen für Forschung ist anzumerken, dass es für konkrete Handlungsvorschläge ausgehend von den hier vorgestellten Ergebnissen zu früh ist. Daher sind die nachfolgenden Implikationen nur als vorläufig anzusehen und spiegeln eher unterrichtspraktische Ideen als konkrete Handlungsvorschläge wider.

Ganz allgemein kann man unterrichtspraktische Ideen mit den Worten von Albert Zeyer (2024) gut zusammenfassen: „Es liegt also nahe zu versuchen, das Empathie-Tor im naturwissenschaftlichen Unterricht zu öffnen“ (Zeyer, 2024, S. 152). Hierzu zeigen die Ergebnisse für Physikunterricht, dass das Empathie-Tor bislang nicht immer weit geöffnet ist, zumindest in Bezug auf empathisierende Unterrichtselemente, wie sie in Kapitel 9 untersucht wurden. Eine erste Idee sind hierzu unterrichtliche Themen, die bei Kindern und Jugendlichen aktuell relevant sind, wie zum Beispiel der Klimawandel oder Elektromobilität. Weiter könnten Kontexte und Themen genutzt werden, die einen altruistischen Hintergrund besitzen und zum Beispiel ein Problem nur durch die Nutzung der Physik gelöst werden kann. Weiter kann erneut auf den Einbezug von Kontexten und Themen aus Medizin und Gesundheit hingewiesen werden, wobei dieser Gedanke nicht neu ist, so stellten diesen positiven Einfluss auf das Interesse von Lernenden auch bereits Forschende im Kontext der IPN-Interessenstudie in den 1980er Jahren fest (Hoffmann et al., 1998). Ähnliches konnte in der ROSE-Studie festgestellt werden, bei der humanbiologische und gesundheitsbezogene Kontexte zu den beliebtesten zählten (Holstermann & Bögeholz, 2007).

Was jedoch durch die vorliegende Arbeit besser verstanden werden kann, ist, weshalb sich Lernende für solche Kontexte interessieren: Weil sie in ihrer Art und Weise einer Neigung zu empathisierender Denkweise entgegenkommen.

Ein nächster Schritt wäre nun, konkrete Unterrichtsstunden und -reihen zu entwickeln, die besonders eine Neigung zu empathisierender Denkweise adressieren. Hierbei kann vermutet werden, dass für Schülerinnen und Schüler mit einer Neigung zu empathisierender Denkweise besonders ein kontextstrukturiertes Vorgehen (Nawrath, 2010) entgegenkommt, bei dem der Bezug zum Kontext den Lernenden jederzeit klar ist.

Neben den unterrichtspraktischen Ideen in Bezug auf Kontexte im Physikunterricht, kann auch überlegt werden, Interesse als eine konkrete Diversitätsfacette im Unterricht zu adressieren und konkret nach Interesse zu differenzieren (Güth, 2023; Heinicke et al., 2024). Als eine erste Idee könnte zum Beispiel auf Aufgabenebene differenziert werden und verschiedene Aufgaben zum selben Thema aber an unterschiedlichen Kontexten den Lernenden präsentiert werden. Zusätzlich könnte neben einer inhaltlichen Differenzierung nach Interesse auch methodisch differenziert werden. Zum Beispiel könnte es am Ende einer Projektphase den Schülerinnen und Schülern freigestellt sein, in welcher Art und Weise sie ihr Ergebnis präsentieren. Je nach Neigung können die Schülerinnen und Schüler den Grad der Interaktion demnach frei wählen.

Insgesamt zeigen diese unterrichtspraktischen Ideen vielfältige Ansätze, die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise auch im Unterricht mit

einzu beziehen. Dabei bieten diese Ideen auch weitere Forschungsanlässe, denn, wie bereits angemerkt, sind diese Implikationen erst vorläufig und müssten mit weiteren Studien geprüft werden, um daraus gültige Handlungsempfehlungen für die Schulpraxis ableiten zu können.

13 Fazit und Ausblick

Zusammenfassend untersuchte die vorliegende Arbeit das Fachinteresse von Schülerinnen und Schülern an Physikunterricht und berücksichtigte dabei neben dem Personenmerkmal Gender auch die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise. Ziel war es, das Fachinteresse Physik besser zu verstehen, um auf diese Arbeit aufbauend über Physikunterricht nachzudenken, der eine Möglichkeit zur Interessenentwicklung für alle Schülerinnen und Schüler bietet.

Ausgehend von der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses (Krapp, 1992b; Krapp & Prenzel, 2011; Prenzel et al., 1986) wird Interesse definiert als die Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand. Dabei untersuchten viele Studien eher Interessengegenstände (z. B. Hoffmann et al., 1998; Sjøberg & Schreiner, 2019) und fokussierten sich weniger auf die Person selbst. In dieser Arbeit wurde ein erster Versuch unternommen, die Person im Sinne der Person-Gegenstands-Theorie durch den Einbezug weiterer Personenmerkmale neben Gender näher zu charakterisieren. Dabei wurden als weitere Personenmerkmale in dieser Arbeit die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise basierend auf der Empathizing-Systemizing-Theorie (Baron-Cohen, 2002, 2004b; Lindeman, 2020) mit einbezogen.

In den verschiedenen Studien dieser Arbeit konnte studienübergreifend ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Neigung zu systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik gezeigt werden, welcher in allen Studien stärker als Gender war und insgesamt eine höhere Varianzaufklärung lieferte. Dies steht insgesamt in Einklang mit bestehenden Studien, die sich zwar nur auf die Motivation Naturwissenschaften beziehungsweise Physik zu lernen bezogen, jedoch als Referenz herangezogen werden können (Zeyer, 2018; Zeyer et al., 2013; Zeyer & Wolf, 2010). In einer weiteren Studie wurde die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II ergänzend mitbetrachtet, hierbei sorgten allerdings weder Gender noch die Neigung zu systematisierender Denkweise für einen großen Beitrag der Varianzaufklärung, da die Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, wie auch bereits in bestehenden Studien gezeigt, primär über das Fachinteresse mediiert wird (Abel, 2002; Eitemüller & Walpuski, 2018; Köller et al., 2001). Dieser Zusammenhang betont allerdings erneut die Wichtigkeit des besseren Verständnisses des Fachinteresses.

Nachdem im vorherigen Kapitel erste Ideen für unterrichtspraktische Implikationen vorgestellt wurden, soll hier nochmal betont werden, dass es sich bei der bestehenden Studie eher um eine Bestandsaufnahme handelt, deren Befunde nun in unterrichtspraktische Ideen und weiterführende Studien aufgenommen werden sollten.

Insbesondere der Einbezug weiterer Personenmerkmale kombiniert in einer Analyse des Fachinteresses, wie bereits von Laumann et al. (2025) ausgehend von einem systematischen Review vorgeschlagen, sollte in weiteren Studien umgesetzt werden und damit zu einer Berücksichtigung weiterer Personenmerkmale führen.

Neben der Berücksichtigung von weiteren Personenmerkmalen auf Ebene der Lernenden, sollten auch insbesondere (angehende) Lehrkräfte in den Blick genommen werden und für individuelle Personenmerkmale von Lernenden sensibilisiert werden. In ersten Pilotstudien wurden hierzu bereits Studien mit Lehramtsstudierenden unterschiedlicher Fächer durchgeführt und untersucht, welche Ausprägungen der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise bei ihnen selbst vorliegen und inwiefern dies auch fachspezifisch ist (Laumann et al., 2023).

Weiter lässt sich festhalten, dass die vorliegende Arbeit auf die Bedeutung der Einbeziehung zusätzlicher Personenmerkmale, hier exemplarisch die Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise, zur Erklärung des Fachinteresses an Physik hinweist. Insbesondere die Neigung zu systematisierender Denkweise erwies sich als vielversprechend, um fachdidaktische Fragestellungen im Kontext des Fachinteresses Physik besser zu verstehen. Diese Studie markiert einen Schritt in Richtung eines erweiterten Diversitätsspektrums, was in künftigen Untersuchungen weiter vertieft werden sollte. Im Hinblick auf affektive Konstrukte wurde in dieser Arbeit primär das Fachinteresse Physik betrachtet, welches maßgeblich zur Erklärung der Varianz in der Kurswahl für Physik in der Sekundarstufe II beitrug. Dennoch existieren weitere affektive Merkmale wie Selbstwirksamkeitserwartung oder Identität, die in früheren Untersuchungen einen Einfluss auf die Kurswahl zeigten.

Insbesondere die Ergebnisse zu empathisierenden Unterrichtselementen lassen weitere Ideen für einen Physikunterricht aufkommen, der für alle Schülerinnen und Schüler egal welcher Genderausprägung sie sich zuordnen oder ob sie eine ausgeprägte Neigung zu empathisierender beziehungsweise systematisierender Denkweise haben eine Möglichkeit zur Persönlichkeitsentwicklung bietet. Es kann vermutet werden, dass durch den Einbezug von empathisierenden Unterrichtselementen mehr Schülerinnen und Schüler einen Anknüpfungspunkt geboten wird, was auch zur Förderung einer Scientific Literacy dienen könnte, die essenziell wichtig in der heutigen Gesellschaft ist.

Abschließend kann festgehalten werden, dass neben der Frage „Was interessiert Lernende?“, also der Frage nach Interessensgegenständen, auch die Frage nach dem „Wen?“, also nach der Person, relevant in Bezug auf ein Verständnis von Interesse an Physik oder allgemein ist. Deshalb kann es lohnend sein auch in weiteren Studien dieser Frage nachzugehen und die Personenmerkmale zu erweitern, um eine möglichst umfassende Charakterisierung von Personen, auch über Gender und den Nei-

gungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise hinaus, zu erhalten. Dies erfordert den Einbezug weiterer zeitlich und situativ relativ stabiler Personenmerkmale in Analysen, um weiter der Frage nachzugehen, die bereits im Titel dieser Arbeit zu finden ist:

*„**Wen interessiert's?**“*

14 Verzeichnisse

14.1 Literaturverzeichnis

- Abel, J. (2002). Kurswahl aus Interesse? Wahlmotive in der gymnasialen Oberstufe und Studienwahl. *Die deutsche Schule*, 94, 192–203.
- Aday, A., Schmader, T. & Ryan, M. (2023). Do Measures of Systemizing and Empathizing Reflect Perceptions of Gender Differences in Learning Affordances? *Personality & social psychology bulletin*, 1461672231202268.
[https://doi.org/ 10.1177/01461672231202268](https://doi.org/10.1177/01461672231202268)
- Adorno, T. W. (1971). *Erziehung zur Mündigkeit: Vorträge und Gespräche mit Hellmut Becker 1959-1969* (1. Aufl.). Suhrkamp-Taschenbuch: Bd. 11. Suhrkamp.
- Aeschlimann, B., Herzog, W. & Makarova, E. (2016). How to foster students' motivation in mathematics and science classes and promote students' STEM career choice. A study in Swiss high schools. *International Journal of Educational Research*, 79, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.06.004>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*: NJ: Prentice-Hall.
- Allen, K.-A., Kern, M. L., Rozek, C. S., McInerney, D. & Slavich, G. M. (2021). Belonging: A Review of Conceptual Issues, an Integrative Framework, and Directions for Future Research. *Australian journal of psychology*, 73(1), 87–102.
<https://doi.org/10.1080/00049530.2021.1883409>
- Allport, G. W. (1961). *Pattern and growth in personality*. Holt, Reinhart & Winston.
- American Educational Research Association, American Psychological Association & National Council on Measurement in Education. (2014). *Standards for educational and psychological testing* (6. Aufl.). AERA, APA, NCME.
https://www.testingstandards.net/uploads/7/6/6/4/76643089/standards_2014edition.pdf
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2013). 'Not girly, not sexy, not glamorous': primary school girls' and parents' constructions of science aspirations 1. *Pedagogy, Culture & Society*, 21(1), 171–194.
<https://doi.org/10.1080/14681366.2012.748676>

- Aristoteles. (1960). *Metaphysik: Übersetzt von Friedrich Bassenge. Philosophiehistorische Texte*. Akademie Verlag.
- Arzheimer, K. (2016). *Strukturgleichungsmodelle: Eine anwendungsorientierte Einführung. Lehrbuch*. Springer VS.
- Asendorpf, J. (2022). *Persönlichkeitsmerkmale, Stabilität der*. Dorsch Lexikon der Psychologie. <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/persoendlichkeitsmerkmale-stabilitaet-der>
- Auyeung, B., Baron-Cohen, S., Chapman, E., Knickmeyer, R., Taylor, K. & Hackett, G. (2006). Foetal testosterone and the child systemizing quotient. *European Journal of Endocrinology*, 155), S123-S130. <https://doi.org/10.1530/eje.1.02260>
- Auyeung, B., Wheelwright, S., Allison, C., Atkinson, M., Samarawickrema, N. & Baron-Cohen, S. (2009). The children's Empathy Quotient and Systemizing Quotient: sex differences in typical development and in autism spectrum conditions. *Journal of autism and developmental disorders*, 39(11), 1509–1521. <https://doi.org/10.1007/s10803-009-0772-x>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman and Company.
- Baron-Cohen, S. (2002). The extreme male brain theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 248–254. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(02\)01904-6](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(02)01904-6)
- Baron-Cohen, S. (2004a). *The essential difference*. Penguin.
- Baron-Cohen, S. (2004b). *Vom ersten Tag an anders: Das weibliche und das männliche Gehirn*. Walter.
- Baron-Cohen, S., Cassidy, S., Auyeung, B., Allison, C., Achoukhi, M., Robertson, S., Pohl, A. & Lai, M.-C. (2014). Attenuation of typical sex differences in 800 adults with autism vs. 3,900 controls. *PloS one*, 9(7), e102251. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102251>
- Baron-Cohen, S., Knickmeyer, R. C. & Belmonte, M. K. (2005). Sex differences in the brain: implications for explaining autism. *Science (New York, N.Y.)*, 310(5749), 819–823. <https://doi.org/10.1126/science.1115455>
- Baron-Cohen, S., Richler, J., Bisarya, D., Gurunathan, N. & Wheelwright, S. (2003). The systemizing quotient: an investigation of adults with Asperger syndrome or high-functioning autism, and normal sex differences. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 358(1430), 361–374. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1206>
- Baron-Cohen, S. & Wheelwright, S. (2004). The empathy quotient: an investigation of adults with Asperger syndrome or high functioning autism, and normal

- sex differences. *Journal of autism and developmental disorders*, 34(2), 163–175. <https://doi.org/10.1023/b:jadd.0000022607.19833.00>
- Baron-Cohen, S. (2009). The empathising-systemising theory of autism: implications for education. *Tizard Learning Disability Review*, 14(3), 4–13. <https://doi.org/10.1108/13595474200900022>
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Lawson, J., Griffin, R. & Hill, J. (2002). The Exact Mind: Empathizing and Systemizing in Autism Spectrum Conditions. In U. Goswami (Hrsg.), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (S. 491–508). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470996652.ch22>
- Bergmann, A. (2020). *Mathematisch-naturwissenschaftliches Fachinteresse durch Profilunterricht fördern – Theoriebasierte Evaluation eines Thüringer Schulversuchs in der Sekundarstufe I: Dissertation*, Universität Leipzig.
- Billington, J., Baron-Cohen, S. & Wheelwright, S. (2007). Cognitive style predicts entry into physical sciences and humanities: Questionnaire and performance tests of empathy and systemizing. *Learning and Individual Differences*, 17(3), 260–268. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.02.004>
- Blanz, M. (2015). *Forschungsmethoden und Statistik für die Soziale Arbeit: Grundlagen und Anwendungen* (1. Aufl.). W. Kohlhammer Verlag. <https://elibrary.kohlhammer.de/book/10.17433/978-3-17-025836-5> <https://doi.org/10.17433/978-3-17-025836-5>
- Bleichroth, W., Dahncke, H., Jung, W., Kuhn, W., Merzyn, G. & Weltner, K. (Hrsg.). (1999). *Fachdidaktik Physik* (2., überarb. und erw. Aufl.). Aulis Verl. Deubner.
- Bøe, M. V. & Henriksen, E. K. (2013). Love It or Leave It: Norwegian Students' Motivations and Expectations for Postcompulsory Physics. *Science Education*, 97(4), 550–573. <https://doi.org/10.1002/sce.21068>
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: In den Sozial- und Humanwissenschaften* (4. Aufl.). Springer-Verlag.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Springer-Lehrbuch. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10448295> <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0>
- Bortz, J. & Weber, R. (2005). *Statistik*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/b137571>
- Cleaves, A. (2005). The formation of science choices in secondary school. *International Journal of Science Education*, 27(4), 471–486. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323746>
- Cleff, T. (2012). Regressionsanalyse. In T. Cleff (Hrsg.), *Deskriptive Statistik und moderne Datenanalyse* (S. 147–185). Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-7071-8_5

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. ed.). Erlbaum. <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0731/88012110-d.html>
- Cohen, J. (1992). Statistical Power Analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98–101. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10768783>
- Costa, P. T., Terracciano, A. & McCrae, R. R. (2001). Gender differences in personality traits across cultures: robust and surprising findings. *Journal of personality and social psychology*, 81(2), 322–331. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.81.2.322>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Csikszentmihalyi, M. (1985). *Das Flow-Erlebnis: Jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen*. Klett-Cotta.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39. <https://doi.org/10.25656/01:11173> (Zeitschrift für Pädagogik 39 (1993) 2, S. 223-238).
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (Hrsg.). (2002). *Handbook of self-determination research* (1. publ.). University of Rochester Press.
- Denissen, J. J. A., Zarrett, N. R. & Eccles, J. S. (2007). I like to do it, I'm able, and I know I am: longitudinal couplings between domain-specific achievement, self-concept, and interest. *Child Development*, 78(2), 430–447. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01007.x>
- Döring, N. (2013). Zur Operationalisierung von Geschlecht im Fragebogen: Probleme und Lösungsansätze aus Sicht von Mess-, Umfrage-, Gender- und Queer-Theorie. *GENDER*, 5(2), 94–113. <https://doi.org/10.3224/gender.v5i2.09>
- Döring, N. (2023). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64762-2>
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dvash, J. & Shamay-Tsoory, S. G. (2014). Theory of Mind and Empathy as Multidimensional Constructs. *Topics in Language Disorders*, 34(4), 282–295. <https://doi.org/10.1097/TLD.0000000000000040>
- Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L. & Midgley, C. (1983). Expectancies, Values, and Academic Behaviors. In J. T. Spence (Hrsg.), *A series of books in psychology. Achievement and achieve-*

- ment motives: Psychological and sociological approaches (S. 75–146). W.H. Freeman.
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values and goals. *Annual Reviews Psychology*, 53, 109–132.
- Eid, M., Gollwitzer, M. & Schmitt, M. (2015). *Statistik und Forschungsmethoden: Mit Online-Materialien* (4., überarbeitete und erweiterte Auflage). Beltz.
<https://doi.org/128201>
- Eilers, R. (1987). Schullaufbahn und Selbstkonzept. Vorab-Onlinepublikation.
<https://doi.org/10.25656/01:14433>
- Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2018). Wahl- und Abwahlprofile im Fach Chemie: Ergebnisse einer Clusteranalyse zur Charakterisierung von Lernenden am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 251–263. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0087-6>
- Elster, D. (2007). In welchen Kontexten sind naturwissenschaftliche Inhalte für Jugendliche interessant. *Plus Lucis*(3).
- Etheridge, J. C., Sinyard, R. D. & Brindle, M. E. (2023). Implementation research. In A. E. M. Eltorai, J. A. Bakal, P. C. Newell & A. J. Osband (Hrsg.), *Handbook for Designing and Conducting Clinical and Translational Research Series. Translational Surgery* (S. 563–573). Elsevier Science & Technology.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90300-4.00043-4>
- European Institute for Gender Equality. (2016a). *Glossareintrag: Biologisches Geschlecht*. https://eige.europa.eu/taxonomy/term/1048?language_content_entity=de
- European Institute for Gender Equality. (2016b). *Glossareintrag: Soziales Geschlecht*. https://eige.europa.eu/taxonomy/term/1046?language_content_entity=de
- Falk, A. & Hermle, J. (2018). Relationship of gender differences in preferences to economic development and gender equality. *Science (New York, N.Y.)*, 362(6412). <https://doi.org/10.1126/science.aas9899>
- Fanta, D., Bräutigam, J., Greiff, S. & Rieß, W. (2017). Entwicklung und Validierung eines Messinstrumentes zur Erfassung von systemischem Denken bei Lehramtsstudierenden in ökologischen Kontexten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 241–259. <https://doi.org/10.1007/s40573-017-0067-2>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th edition). SAGE edge. SAGE.
- Finkelstein, N. (2005). Learning Physics in Context: A study of student learning about electricity and magnetism. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1187–1209. <https://doi.org/10.1080/09500690500069491>

- Fischer, H. E. (1998). Scientific Literacy und Physiklernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4. <https://doi.org/10.25656/01:31511> (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 4 (1998) 2, S. 41-52).
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research. Addison-Wesley series in social psychology*. Addison-Wesley.
- Fleeson, W. & Nettle, E. E. (2008). Where does personality have its influence? A supermatrix of consistency concepts. *Journal of Personality*, 76(6), 1355–1386.
- Focquaert, F., Steven, M. S., Wolford, G. L., Colden, A. & Gazzaniga, M. S. (2007). Empathizing and systemizing cognitive traits in the sciences and humanities. *Personality and Individual Differences*, 43(3), 619–625. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.01.004>
- Forrester, J. W. (1990). *System Dynamics as a Foundation for Pre-College Education*. Cambridge.
- Gelman, A. & Park, D. K. (2009). Splitting a Predictor at the Upper Quarter or Third and the Lower Quarter or Third. *The American Statistician*, 63(1), 1–8. <https://doi.org/10.1198/tast.2009.0001>
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N. & Taasoobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159–1176. <https://doi.org/10.1002/tea.20442>
- Goldenfeld, N., Baron-Cohen, S. & Wheelwright, S. (2005). Empathizing and systemizing in males, females, and autism. *Clinical Neuropsychiatry: Journal of Treatment Evaluation*, 2(6), 338–345.
- Graziano, W. G., Habashi, M. M. & Woodcock, A. (2011). Exploring and measuring differences in person–thing orientations. *Personality and Individual Differences*, 51(1), 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.03.004>
- Greenberg, D. M., Warrier, V., Allison, C. & Baron-Cohen, S. (2018). Testing the Empathizing-Systemizing theory of sex differences and the Extreme Male Brain theory of autism in half a million people. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(48), 12152–12157. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811032115>
- Greenberger, E., Chen, C., Dmitrieva, J. & Farruggia, S. P. (2003). Item-wording and the dimensionality of the Rosenberg Self-Esteem Scale: do they matter? *Personality and Individual Differences*, 35(6), 1241–1254. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00331-8](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00331-8)
- Greiff, S. (2025). *Informationen zur PISA-Studie in Deutschland*. <https://www.pisa.tum.de/pisa/home/>

- Grigg, S., Perera, H. N., McIlveen, P. & Svetleff, Z. (2018). Relations among math self efficacy, interest, intentions, and achievement: A social cognitive perspective. *Contemporary Educational Psychology*, 53, 73–86. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.01.007>
- Guadagnoli, E. & Velicer, W. F. (1988). Relation of sample size to the stability of component patterns. *Psychological bulletin*, 103(2), 265–275. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.2.265>
- Güth, F. (2023). *Interessenbasierte Differenzierung mithilfe systematisch variielter Kontextaufgaben im Fach Chemie*. Logos Verlag Berlin. <https://doi.org/10.30819/5737>
- Hannover, B. (1998). The development of self-concept and interests. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *IPN: Bd. 164. Interest and learning: Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender* (S. 105–125). IPN.
- Häußler, P. (1987). Measuring students' interest in physics - design and results of a cross-sectional study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, 9(1), 79–92. <https://doi.org/10.1080/0950069870090109>
- Häußler, P., Frey, K., Hoffmann, L., Rost, J. & Spada, H. (1980). *Physikalische Bildung: Eine curriculare Delphi-Studie: Teil 1*. IPN-Arbeitsberichte 41.
- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23(2), 107–126. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-81243>
- Häußler, P., Hoffmann, L., Langeheine, R., Rost, J. & Sievers, K. (1996). Qualitative Unterschiede im Interesse an Physik und Konsequenzen für den Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 2(3), 57–69.
- Häußler, P., Hoffmann, 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. <https://doi.org/10.1080/0950069980200207>
- Heinicke, S., Laumann, D., Welberg, J. & Fühner, L. (2024). Macht doch, was ihr wollt! Im Unterricht nach Interesse differenzieren – Hintergründe und Tipps. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 35(200), 2–9.
- Helsper, W. & Kramer, R.-T. (2007). Selektion und Übergänge im Bildungssystem. Einleitung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 53. <https://doi.org/10.25656/01:4403> (Zeitschrift für Pädagogik 53 (2007) 4, S. 439-443).
- Herbart, J. F. (1982). Pädagogische Schriften. In W. Asmus (Hrsg.), *Pädagogisch-didaktische Schriften* (Bd. 3). Stuttgart: Klett-Cotta.

- Hidi, S., Magnifico, A. M. & Ann Renninger, K. (2022). Students Developing as Writers. In R. Horowitz (Hrsg.), *The Routledge International Handbook of Research on Writing* (S. 477–492). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780429437991-40>
- Hidi, S. & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Hidi, S., Renninger, K. A. & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. In D. Y. Dai & R. J. Sternberg (Hrsg.), *Motivation, Emotion, and Cognition* (S. 89–115). Routledge.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik. IPN: Bd. 158*. IPN.
- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M. & Ulriksen, L. (2014). To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186–215. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749362>
- Holtermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71–86.
- Hopf, M., Schecker, H., Höttecke, D. & Wiesner, H. (Hrsg.). (2022). *Physikdidaktik kompakt* (1. vollständig neu bearbeitete Auflage). Aulis Verlag in Friedrich Verlag Klett | Kallmeyer.
- Hossiep, R. (2022). *Persönlichkeitsmerkmal*. Dorsch Lexikon der Psychologie.
<https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/persoenlichkeitsmerkmal>
- Hu, L. & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hülsmann, C. (2015). *Kurswahlmotive im Fach Chemie: Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe*. Logos Verlag Berlin GmbH.
- Humboldt, W. von. (1903). Theorie der Bildung des Menschen. In W. von Humboldt & A. Leitzmann (Hrsg.), *Gesammelte Schriften (1785-1795)* (S. 282–287). DE GRUYTER. <https://doi.org/10.1515/9783110818284-007>
- Jacob, M., Iannelli, C., Duta, A. & Smyth, E. (2020). Secondary school subjects and gendered STEM enrollment in higher education in Germany, Ireland, and Scotland. *International Journal of Comparative Sociology*, 61(1), 59–78.
<https://doi.org/10.1177/0020715220913043>

- Jansen, M., Schneider, R., Schipolowski, S. & Henschel, S. (2019). Motivationale Schülermerkmale Motivationale Schülermerkmale im Fach Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern. In P. Stanat, S. Schipolowski, N. Mahler, S. Weirich & S. Henschel (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend: Bd. 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich* (S. 337–354). Waxmann.
- Jansen, M., Schroeders, U., Lüdtke, O. & Marsh, H. W. (2019). The dimensional structure of students' self-concept and interest in science depends on course composition. *Learning and Instruction*, 60, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.11.001>
- Jonkisz, E., Moosbrugger, H. & Brandt, H. (2012). Planung und Entwicklung von Tests und Fragebogen. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Springer-Lehrbuch. Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 27–74). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4_3
- Jung, W. (1999). Begründung und Zielsetzung. In W. Bleichroth, H. Dahncke, W. Jung, W. Kuhn, G. Merzyn & K. Weltner (Hrsg.), *Fachdidaktik Physik* (2., überarb. und erw. Aufl., S. 17–63). Aulis Verl. Deubner.
- Jungert, T., Hubbard, K., Dedic, H. & Rosenfield, S. (2018). Systemizing and the gender gap: examining academic achievement and perseverance in STEM. *European Journal of Psychology of Education*, 34(2), 479–500. <https://doi.org/10.1007/s10212-018-0390-0>
- Kahu, E. R. & Nelson, K. (2017). Student engagement in the educational interface: understanding the mechanisms of student success. *Higher Education Research & Development*, 37(1), 58–71. <https://doi.org/10.1080/07294360.2017.1344197>
- Kapteina, N. (2023). *Die Auswirkungen des Framings von Kontexten anhand des Brain Types auf Interessensäußerungen im Physikunterricht*. Masterarbeit.. Westfälische Wilhelms-Universität, Münster.
- Keller, M. M. & Becker, E. S. (2021). Teachers' emotions and emotional authenticity: do they matter to students' emotional responses in the classroom? *Teachers and Teaching*, 27(5), 404–422. <https://doi.org/10.1080/13540602.2020.1834380>
- Keller, M. M., Neumann, K. & Fischer, H. E. (2017). The impact of physics teachers' pedagogical content knowledge and motivation on students' achievement and interest. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 586–614. <https://doi.org/10.1002/tea.21378>
- Kessels, U. & Hannover, B. (2006). Zum Einfluss des Image von mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulfächern auf die schulische Interessenentwicklung. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität*

- von Schule: Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms (1., neue Auflage, S. 350–369). Waxmann.
- Kidron, R., Kaganovskiy, L. & Baron-Cohen, S. (2018). Empathizing-systemizing cognitive styles: Effects of sex and academic degree. *PloS one*, 13(3), e0194515. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194515>
- Kim, S.-I., Jiang, Y. & Song, J. (2015). The Effects of Interest and Utility Value on Mathematics Engagement and Achievement. In K. A. Renninger, M. Nieswandt & S. Hidi (Hrsg.), *Interest in mathematics and science learning* (S. 63–78). American Educational Research Association. https://doi.org/10.3102/978-0-935302-42-4_4
- Kircher, E., Girwidz, R. & Fischer, H. E [Hans E.] (Hrsg.). (2020). *Physikdidaktik / Grundlagen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2>
- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (Hrsg.). (2015). *Springer-Lehrbuch. Physikdidaktik: Theorie und Praxis* (3. Aufl. 2015). Springer Berlin Heidelberg. <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1524852> <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41745-0>
- Klafki, W. (1998). Schlüsselprobleme der modernen Welt und die Aufgaben der Schule — Grundlinien einer neuen Allgemeinbildungskonzeption in internationaler/interkultureller Perspektive. In I. Gogolin, M. Krüger-Potratz & M. A. Meyer (Hrsg.), *Pluralität und Bildung* (S. 235–249). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-663-11056-9_14
- Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik* (6., neu ausgestattete Aufl.). *Studium Paedagogik*. Beltz. http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783407291493
- Kline, R. B. (2023). *Principles and practice of structural equation modeling* (Fifth edition). *Methodology in the social sciences*. Guilford Press. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=7236554>
- KMK. (2024). *Belegte Kurse in der gymnasialen Oberstufe der allgemeinbildenden Gymnasien und Integrierten Gesamtschulen*. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- Knogler, M., Harackiewicz, J. M., Gegenfurtner, A. & Lewalter, D. (2015). How situational is situational interest? Investigating the longitudinal structure of situational interest. *Contemporary Educational Psychology*, 43, 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.08.004>
- Köller, O., Baumert, J. & Schnabel, K. (2000). Zum Zusammenspiel von schulischem Interesse und Lernen im Fach Mathematik: Längsschnittanalysen in den Sekundarstufen I und II. In U. Schiefele & K.-P. Wild (Hrsg.), *Interesse und Lern-*

- motivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung* (S. 163–181). Waxmann.
- Köller, O., Baumert, J. & Schnabel, K. (2001). Does Interest Matter? The Relationship between Academic Interest and Achievement in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(5), 448. <https://doi.org/10.2307/749801>
- Korkmaz, S., Goksuluk, D. & Zararsiz, G. (2014). *MVN: An R Package for Assessing Multivariate Normality [Computer software]*. The R Journal. <https://journal.r-project.org/archive/2014-2/korkmaz-goksuluk-zararsiz.pdf>
- Körner, A. & Noack, P. (2024). Förderung von Persönlichkeits-, Selbstkonzept- und Identitätsentwicklung. In B. Kracke & P. Noack (Hrsg.), *Psychologie für Lehramtsstudierende: Bd. 5979. Entwicklung im Schulalter* (S. 63–82). Brill | Schöningh.
- Krapp, A. (1992a). Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38(5), 747–770.
- Krapp, A. (1992b). Das Interessenkonstrukt Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung.: Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*. (S. 297–329). Aschendorff.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 44, 185–201.
https://www.unibw.de/sowi/institute/krapp/publikationen/117-98-2_krapp_peu-entw-und-foerderung.pdf
- Krapp, A. (1999). Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45(45), 387–406.
<https://doi.org/10.25656/01:5958>
- Krapp, A. (2002). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (1. publ, S. 405–427). University of Rochester Press.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (Hrsg.). (1992). *Interesse, Lernen, Leistung.: Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*. Aschendorff.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- Krebs, D. & Menold, N. (2019). Gütekriterien quantitativer Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 489–504). Springer Fachmedien Wiesbaden.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_34

- Kultusministerkonferenz. (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf
- Kultusministerkonferenz. (2020). *Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Physik.pdf
- Kultusministerkonferenz. (2022). *Vereinbarung über die Schularten und Bildungsgänge im Sekundarbereich I: Beschluss der KMK vom 03.12.1993 i. d. F. vom 07.10.2022*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1993/1993-12-03-VB-Sek-1.pdf
- Langeheine, R., Häußler, P., Hoffmann, L., Rost, J. & Sievers, K. (2001). Strukturelle Veränderungen des Physikinteresses von der 7. zur 9. Jahrgangsstufe. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie*, 33(1), 20–29. <https://doi.org/10.1026//0049-8637.33.1.20>
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C)
- Laumann, D., Welberg, J. & Heinicke, S. (2023). Fachwahl von Studierenden im Zusammenhang mit Fachinteresse und Brain Type. *PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 427–431. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1355>
- Laumann, D., Welberg, J. & Heinicke, S. (2024). Physik studieren oder nicht? Welche Faktoren beeinflussen die Wahl eines Physikstudiums? *Physik Journal*(11), 30-33.
- Laumann, D., Welberg, J. & Winkelmann, J. (2025). Personenmerkmale und das Interesse von Lernenden in den Naturwissenschaften. In: Krey, O., Bernholt, S., Laumann, D., Rabe, T. (Hrsg.), *Interesse revisited – Das Interessenskonstrukt in den Naturwissenschaften*. Springer Spektrum, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-48542-9_6
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2022). *Berechnung von Effektstärken*. Psychometrica. <https://www.psychometrica.de/effektstaerke.html> <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>
- Levy, N. (2004). Book review: Understanding blindness. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 3(3), 315–324. <https://doi.org/10.1023/B:PHEN.0000049328.20506.a1>
- Lindeman, M. (2020). Empathizing-Systemizing Theory. In V. Zeigler-Hill & T. K. Shackelford (Hrsg.), *Springer eBook Collection. Encyclopedia of Personality*

- and Individual Differences* (1st ed. 2020, S. 1346–1348). Springer International Publishing; Imprint Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24612-3_1129
- Lindqvist, A., Sendén, M. G. & Renström, E. A. (2021). What is gender, anyway: a review of the options for operationalising gender. *Psychology & Sexuality*, 12(4), 332–344. <https://doi.org/10.1080/19419899.2020.1729844>
- Mang, J., Ustjanzew, N., Leßke, I., Schiepe-Tiska, A. & Reiss, K. (2019). *PISA 2015 Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann. <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.31244/9783830990321>
- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O. & Baumert, J. (2005). Academic self-concept, interest, grades, and standardized test scores: reciprocal effects models of causal ordering. *Child Development*, 76(2), 397–416. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00853.x>
- Mehren, R., Rempfler, A., Ullrich-Riedhammer, E.-M., Buchholz, J. & Hartig, J. (2016). Systemkompetenz im Geographieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 147–163. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0047-y>
- Merzyn, G. (2013). *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik - immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen* (2. unveränd. Aufl.). Schneider-Verlag.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424–436. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.3.424>
- Mokhonko, S., Nickolaus, R. & Windaus, A. (2014). Förderung von Mädchen in Naturwissenschaften: Schülerlabore und ihre Effekte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 143–159. <https://doi.org/10.1007/s40573-014-0016-2>
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2020). Qualitätsanforderungen an Tests und Fragebogen („Gütekriterien“). In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 13–38). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61532-4_2
- Morsanyi, K., Primi, C., Handley, S. J., Chiesi, F. & Galli, S. (2012). Are systemizing and autistic traits related to talent and interest in mathematics and engineering? Testing some of the central claims of the empathizing-systemizing theory. *British journal of psychology (London, England : 1953)*, 103(4), 472–496. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2011.02089.x>
- Muckenfuß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts* (1. Aufl.). Cornelsen.

- Mujtaba, T. & Reiss, M. J. (2013). Inequality in Experiences of Physics Education: Secondary School Girls' and Boys' Perceptions of their Physics Education and Intentions to Continue with Physics After the Age of 16. *International Journal of Science Education*, 35(11), 1824–1845.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2012.762699>
- Nagy, G., Trautwein, U., Baumert, J., Köller, O. & Garrett, J. (2006). Gender and course selection in upper secondary education: Effects of academic self-concept and intrinsic value. *Educational Research and Evaluation*, 12(4), 323–345. <https://doi.org/10.1080/13803610600765687>
- Nawrath, D. (2010). *Kontextorientierung – Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht*. BIS Verlag.
- Nettle, D. (2007). Empathizing and systemizing: what are they, and what do they contribute to our understanding of psychological sex differences? *British Journal of Psychology*, 98(2), 237–255.
<https://doi.org/10.1348/000712606X117612>
- O'Connor, B. P. (2000). SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and velicer's MAP test. *Behavior research methods, instruments, & computers : a journal of the Psychonomic Society, Inc*, 32(3), 396–402. <https://doi.org/10.3758/BF03200807>
- OECD. (2008a). *PISA 2006: Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen*. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld. <https://doi.org/10.1787/9789264041257-de>
- OECD. (2008b). *PISA 2006: Volume 2: Data*. OECD Publishing, Paris.
<https://doi.org/10.1787/9789264040151-en>
- OECD. (2016a). *PISA 2015 Ergebnisse (Band I): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung*. PISA, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.
<https://doi.org/10.1787/9789264267879-de>
- OECD. (2016b). *PISA 2015 Results (Volume I)*. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Ergebnisse (Band 1): Lernstände und Bildungsgerechtigkeit*. wbv Media GmbH & Co. KG. <https://doi.org/10.3278/6004956w>
- Oxford University Press (Hrsg.). (1968). *Oxford Latin dictionary*. Oxford Univ. Press.
- Parchmann, I. & Kuhn, J. (2018). Lernen im Kontext. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 193–207). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_12
- Pekrun, R. (1988). *Emotion, Motivation und Persönlichkeit*. Teilw. zugl.: München, Univ., Habil.-Schr., 1986. *Fortschritte der psychologischen Forschung: Bd. 1*. Psychologie-Verl.-Union.

- Posit team. (2024). *RStudio: Integrated Development Environment for R [Computer software]*. Posit Software, PBC. <http://www.posit.co/>
- Potvin, P. & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Prenzel, M., Krapp, A. & Schiefele, H. (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32(2), 163–173.
- Rabe, T. (2025). Interessenförderung als Ziel von naturwissenschaftlichem Unterricht?! Erkundungen zu normativen Perspektiven auf Interesse in naturwissenschaftlichen Bildungsprozessen. In O. Krey, S. Bernholt, D. Laumann & T. Rabe (Hrsg.), *Interesse revisited – Das Interessenskonstrukt in den Naturwissenschaften*. (Vorab zur Verfügung gestellt.). Springer Spektrum. In Vorbereitung.
- Rabe, T. & Krey, O. (2018). Identitätskonstruktionen von Kindern und Jugendlichen in Bezug auf Physik – Das Identitätskonstrukt als Analyseperspektive für die Physikdidaktik? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 201–216. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0083-x>
- Rauthmann, J. F. (2022a). *Fünf-Faktoren-Modell*. Dorsch Lexikon der Psychologie. <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/fuenf-faktoren-modell>
- Rauthmann, J. F. (2022b). *Person-Situation Debatte*. Dorsch Lexikon der Psychologie. <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/person-situation-debatte>
- Regan, E. & DeWitt, J. (2015). Attitudes, Interest and Factors Influencing STEM Enrolment Behaviour: An Overview of Relevant Literature. In E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (Hrsg.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education* (S. 63–88). Springer Netherlands.
- Reinecke, J. (2014). *Strukturgleichungsmodelle in den Sozialwissenschaften* (2., aktualisierte und erweiterte Auflage). De Gruyter Oldenbourg. <http://dnb.info/1046135961/04>
- Renninger, K. A. (2000). Individual interest and its implications for understanding intrinsic motivation. In *Intrinsic and Extrinsic Motivation* (S. 373–404). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012619070-0/50035-0>
- Renninger, K. A. & Hidi, S. (2011). Revisiting the Conceptualization, Measurement, and Generation of Interest. *Educational Psychologist*, 46(3), 168–184. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>
- Renninger, K. A. & Hidi, S. (2016). *The Power of Interest for Motivation and Engagement FULL ACCESS Accessibility symbol Accessibility Information The Power of Interest for Motivation and Engagement*. Routledge Taylor & Francis Group.

- Renninger, K. A. & Su, S. (2012). Interest and Its Development. In R. M. Ryan (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Human Motivation* (S. 167–188). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195399820.013.0011>
- Revelle, W. (2024). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research [Computer software]*. Northwestern University. <https://CRAN.R-project.org/package=psych>
- Rheinberg, F. & Vollmeyer, R. (2018). *Motivation* (9. überarbeitete und erweiterte Auflage). Kohlhammer Verlag. <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1278808>
- Roberts, B. W. & DelVecchio, W. F. (2000). The rank-order consistency of personality traits from childhood to old age: a quantitative review of longitudinal studies. *Psychological bulletin*, 126(1), 3–25. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.1.3>
- Roberts, B. W., Walton, K. E. & Viechtbauer, W. (2006). Patterns of mean-level change in personality traits across the life course: a meta-analysis of longitudinal studies. *Psychological bulletin*, 132(1), 1–25. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.1.1>
- Roccas, S., Sagiv, L., Schwartz, S. H. & Knafo, A. (2002). The Big Five Personality Factors and Personal Values. *Personality & social psychology bulletin*, 28(6), 789–801. <https://doi.org/10.1177/0146167202289008>
- Rodebaugh, T. L., Woods, C. M. & Heimberg, R. G. (2007). The reverse of social anxiety is not always the opposite: the reverse-scored items of the social interaction anxiety scale do not belong. *Behavior therapy*, 38(2), 192–206. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2006.08.001>
- Roeder, P. M. & Gruehn, S. (1996). Kurswahlen in der Gymnasialen Oberstufe. Fächerspektrum und Kurswahlmotive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 42. <https://doi.org/10.25656/01:10756> (Zeitschrift für Pädagogik 42 (1996) 4, S. 497-518).
- Rosenkränzer, F., Stahl, E., Hörsch, C., Schuler, S. & Rieß, W. (2016). Das Fachdidaktische Wissen von Lehramtsstudierenden zur Förderung von systemischem Denken: Konzeptualisierung, Operationalisierung und Erhebungsmethode. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 109–121. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0045-0>
- Rosseel, Y. (2012). *lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling [Computer software]*. Journal of Statistical Software.
- Rost, J., Sievers, K., Häußler, P., Hoffmann, L. & Langeheine, R. (1999). Struktur und Veränderung des Interesses an Physik bei Schülern der 6. bis 10. Klassenstufe. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie*, 31(1), 18–31. <https://doi.org/10.1026//0049-8637.31.1.18>

- Samson, A. C. & Huber, O. W. (2010). Short German Versions of Empathizing and Systemizing Self-Assessment Scales. *Swiss Journal of Psychology*, 69(4), 239–244. <https://doi.org/10.1024/1421-0185/a000028>
- Schecker, H. (2017). Systemisches Denken im Physikunterricht1. In H. Arndt (Hrsg.), *FAU Lehren und Lernen: Band 2. Systemisches Denken im Fachunterricht* (S. 177–221). FAU University Press.
- Schiefele, H. (1986). Interesse. Neue Antworten auf ein altes Problem. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32(2), 153–162. <https://doi.org/10.25656/01:14382>
- Schiefele, U. (1991). Interest, Learning, and Motivation. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 299–323. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653136>
- Schiefele, U. (2009). Motivation. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Springer-Lehrbuch. Pädagogische Psychologie* (S. 151–177). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-88573-3_7
- Schiefele, U., Krapp, A. & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie*, 25(2), 120–148.
- Schiefele, U., Krapp, A. & Winteler, A. (1992). Interest as a predictor of academic achievement: A meta-analysis of research. In S. Hidi, A. Krapp & K. A. Renninger (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 183–212). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Schmitt, N. & Stults, D. M. (1985). Factors Defined by Negatively Keyed Items: The Result of Careless Respondents? *Applied Psychological Measurement*, 9(4), 367–373. <https://doi.org/10.1177/014662168500900405>
- Schneider, A.-K. (2021). „Mag ich nicht. Interessiert mich nicht. Bin schlecht drinne.“ – Eine Untersuchung zum Interesse am Physikunterricht unter Beachtung von Geschlecht und Brain Type. Masterarbeit. Westfälische Wilhelms-Universität, Münster.
- Schneider, R., Gentrup, S., Jansen, M. & Stanat, P. (2024). Kohortentrends in schulfachbezogenen Selbstkonzepten und Interessen bei Mädchen und Jungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 38(4), 279–293. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000346>
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). *The Relevance of Science Education. Sowing the Seeds of ROSE*. Acta Didactica.
- Schwarz, J. (2023). *Methodenberatung*. Universität Zürich. <https://www.methodenberatung.uzh.ch/de.html>
- Schweizer, K. & DiStefano, C. (Hrsg.). (2016). *Psychological assessment - science and practice: vol. 3. Principles and methods of test construction: Standards and recent advances*. Hogrefe. <https://doi.org/10.1027/00449-000>

- Sievers, K. (1999). *Struktur und Veränderung von Physikinteressen bei Jugendlichen*. Zugl.: Kiel, Univ., Diss., 1997. IPN: Bd. 163. IPN Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project - An overview and key findings*.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2019). *ROSE (The Relevance of Science Education). The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project. Final Report: Part 1 (of 2)*.
- Skorsetz, N. (2019). *Empathisierer und Systematisierer im Vorschulalter*. Logos Verlag.
- Smykalla, S. (2006). *Was ist „Gender“?* GenderKompetenzZentrum - Humboldt-Universität zu Berlin. http://www.genderkompetenz.info/w/files/gkompzpdf/gkompz_was_ist_gender.pdf
- Stevens, J. P. (2009). *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203843130>
- Su, R., Rounds, J. & Armstrong, P. I. (2009). Men and things, women and people: a meta-analysis of sex differences in interests. *Psychological bulletin*, 135(6), 859–884. <https://doi.org/10.1037/a0017364>
- Svedholm-Häkkinen, A. M. & Lindeman, M. (2016). Testing the Empathizing-Systemizing theory in the general population: Occupations, vocational interests, grades, hobbies, friendship quality, social intelligence, and sex role identity. *Personality and Individual Differences*, 90, 365–370. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.11.044>
- Ten Berge, J. M. (1999). A Legitimate Case of Component Analysis of Ipsative Measures, and Partialling the Mean as an Alternative to Ipsatization. *Multivariate Behavioral Research*, 34(1), 89–102. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3401_4
- Upmeier zu Belzen, A. & Vogt, H. (2003). Interessen und Nicht-Interessen bei Grundschulkindern : Theoretische Basis der Längsschnittstudie PEIG. *Zeitschrift für Didaktik Der Biologie (ZDB)*, 10(1), 17–31. <https://doi.org/10.4119/zdb-1691>
- Upmeier zu Belzen, A., Vogt, H., Wieder, B. & Christen, F. (2002). Schulische und außerschulische Einflüsse auf die Entwicklungen von naturwissenschaftlichen Interessen bei Grundschulkindern. *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen, Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft*. <https://doi.org/10.25656/01:3953>
- van der Westhuizen, L., Arens, A. K., Keller, U., Greiff, S., Fischbach, A. & Niepel, C. (2023). The formation of academic self-concept and interest in primary school: Examining the generalized internal/external frame of reference

- model with first- and third-grade children. *Contemporary Educational Psychology*, 73, 102167. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2023.102167>
- van Tuijl, C. & van der Molen, J. H. W. (2016). Study choice and career development in STEM fields: an overview and integration of the research. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 159–183. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9308-1>
- Vogt, H. (2007). Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Springer-Lehrbuch. Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 9–20). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_2
- Wakabayashi, A., Baron-Cohen, S., Uchiyama, T., Yoshida, Y., Kuroda, M. & Wheelwright, S. (2007). Empathizing and systemizing in adults with and without autism spectrum conditions: cross-cultural stability. *Journal of autism and developmental disorders*, 37(10), 1823–1832. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0316-6>
- Wakabayashi, A., Baron-Cohen, S. & Wheelwright, S. (2006). Individual and gender differences in Empathizing and Systemizing: measurement of individual differences by the Empathy Quotient (EQ) and the Systemizing Quotient (SQ). *Shinrigaku kenkyu : The Japanese journal of psychology*, 77(3), 271–277. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.77.271>
- Wakabayashi, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Goldenfeld, N., Delaney, J., Fine, D., Smith, R. & Weil, L. (2006). Development of short forms of the Empathy Quotient (EQ-Short) and the Systemizing Quotient (SQ-Short). *Personality and Individual Differences*, 41(5), 929–940. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.03.017>
- Walther, B. (2025). *Statistik am PC*. <https://bjoernwalther.com/tutorials-fuer-spss/>
- Weiber, R. & Mülhhaus, D. (2014). *Strukturgleichungsmodellierung*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-35012-2>
- Weiber, R. & Sarstedt, M. (2021). *Strukturgleichungsmodellierung: Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, Smart-PLS und SPSS* (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Springer-Gabler Lehrbuch. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32660-9>
- Weinert, F. E. (Hrsg.). (2014). *Pädagogik. Leistungsmessungen in Schulen* (3. Auflage). Beltz Verlag.
- Welberg, J., Laumann, D. & Heinicke, S. (2024a). Measuring Empathizing and Systemizing in Children and Adolescents. *European Journal of Psychological Assessment*, Artikel 1015-5759/a000843. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000843>

- Welberg, J., Laumann, D. & Heinicke, S. (2024b). Motive zur Wahl und Befunde zum Fachinteresse Physik von Lernenden. In H. van Vorst (Hrsg.), *Frühe naturwissenschaftliche Bildung: Beiträge zur Jahrestagung in Hamburg 2023* (S. 526–529). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDChP).
- Welberg, J., Schneider, A.-K., Laumann, D. & Heinicke, S. (2025). Zusammenhang zwischen Gender, empathisierender sowie systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse sowie der Kurswahl in der Sekundarstufe II von Lernenden im Fach Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 31(1). <https://doi.org/10.1007/s40573-024-00176-1>
- Welberg, J., Streitberger, J.-S., Heinicke, S. & Laumann, D. (2025). How does including empathizing elements in education influence students' interest depending on their drive toward empathizing thinking? *European Journal of Psychology of Education*, 40(4). <https://doi.org/10.1007/s10212-025-01023-8>
- Wheelwright, S., Baron-Cohen, S., Goldenfeld, N., Delaney, J., Fine, D., Smith, R., Weil, L. & Wakabayashi, A. (2006). Predicting Autism Spectrum Quotient (AQ) from the Systemizing Quotient-Revised (SQ-R) and Empathy Quotient (EQ). *Brain research*, 1079(1), 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.01.012>
- Wicki, W. (2024). *Entwicklungspsychologie* (3., aktualisierte Auflage). *UTB basics: Bd. 3287*. UTB; Ernst Reinhardt Verlag.
- Wiesner, H., Schecker, H. & Hopf, M. (Hrsg.). (2018). *Physikdidaktik kompakt* (4. Auflage). Aulis Verlag/Friedrich Verlag GmbH.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12(3), 265–310. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(92\)90011-P](https://doi.org/10.1016/0273-2297(92)90011-P)
- Winkelmann, J., Freese, M. & Strömmer, T. (2021). Schwierigkeitserzeugende Merkmale im Physikunterricht. *Progress in Science Education*(5), 6–23. <https://doi.org/10.25321/prise.2022.1168>
- Woodcock, A., Graziano, W. G., Branch, S. E., Habashi, M. M., Ngambeki, I. & Evangelou, D. (2013). Person and Thing Orientations. *Social Psychological and Personality Science*, 4(1), 116–123. <https://doi.org/10.1177/1948550612444320>
- Woods, C. M. (2006). Careless Responding to Reverse-Worded Items: Implications for Confirmatory Factor Analysis. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 28(3), 186–191. <https://doi.org/10.1007/s10862-005-9004-7>
- Wright, D. B. & Skagerberg, E. M. (2012). Measuring Empathizing and Systemizing with a Large US Sample. *PloS one*, 7(2), e31661. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031661>

- Zeyer, A. (2010). Motivation to Learn Science and Cognitive Style. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(2).
<https://doi.org/10.12973/ejmste/75233>
- Zeyer, A. (2018). Gender, complexity, and science for all: Systemizing and its impact on motivation to learn science for different science subjects. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 147–171. <https://doi.org/10.1002/tea.21413>
- Zeyer, A. (2024). Von Dingen und Menschen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In D. Brovelli, M. Hoesli & M. Elderton (Hrsg.), *Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen: Beiträge aus Praxis und Forschung* (1. Auflage, S. 147–155). hep verlag.
- Zeyer, A., Bölsterli, K., Brovelli, D. & Odermatt, F. (2012). Brain Type or Sex Differences? A structural equation model of the relation between brain type, sex, and motivation to learn science. *International Journal of Science Education*, 34(5), 779–802. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.635165>
- Zeyer, A., Çetin-Dindar, A., Md Zain, A. N., Jurišević, M., Devetak, I. & Odermatt, F. (2013). Systemizing: A cross-cultural constant for motivation to learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(9), 1047–1067. <https://doi.org/10.1002/tea.21101>
- Zeyer, A. & Dillon, J. (2019). The role of empathy for learning in complex Science|Environment|Health contexts. *International Journal of Science Education*, 41(3), 297–315. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1549371>
- Zeyer, A. & Wolf, S. (2010). Is There a Relationship between Brain Type, Sex and Motivation to Learn Science? *International Journal of Science Education*, 32(16), 2217–2233. <https://doi.org/10.1080/09500690903585184>
- Zöchling, S. (2023). *Students' types of interest in physics revisited: Dissertation Universität Wien*. <https://doi.org/10.25365/thesis.74729>

14.2 Abbildungsverzeichnis

Einige Abbildungen dieser Arbeit sind bereits unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert. Für die ausformulierten Lizenzbedingungen besuchen Sie bitte die URL <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Abbildung 1: Die relationale Struktur der Bedeutungsvarianten des Interessenkonstrukts nach Krapp (1992a, S. 750).	16
Abbildung 2: Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung nach Hidi und Renninger (2006).....	18
Abbildung 3: Relationales Zusammenhangsmodell des Interessen- und Nicht-Interessenkonstruktes nach Vogt (2007, S. 11).....	20
Abbildung 4: Ebenen des Kontextes nach Finkelstein (2005, S. 1193).	30
Abbildung 5: Kontextorientierter Physikunterricht kann nach Nawrath (2010, S. 21) fachsystematisch oder kontextstrukturiert sein.	31
Abbildung 6: Visualisierung der Schiefe einer Verteilung in Bezug zur Normalverteilung (Schiefe = 0).	63
Abbildung 7: Visualisierung der Kurtosis einer Verteilung in Bezug zur Normalverteilung (Exzess = 0 bzw. Kurtosis = 3).....	63
Abbildung 8: Exemplarischer Screeplot zur Bestimmung der Anzahl der Faktoren.	70
Abbildung 9: Ablauf der Teilstudien zur Adaption und Kürzung des Fragebogens für Kinder und Jugendliche im deutschsprachigen Raum.	74
Abbildung 10: Screeplot der explorativen Faktorenanalyse der Daten aus Teilstudie 1. Diese Abbildung wurde bereits in englischer Sprache publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	77
Abbildung 11: Screeplot der explorativen Faktorenanalyse der Daten aus Teilstudie 2. Diese Abbildung wurde bereits in englischer Sprache publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	80
Abbildung 12: Mögliche Modelle zur Modellierung des Zusammenhangs zwischen Gender, den Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse unterschiedlicher Schulfächer. Die Abbildung ist bereits in ähnlicher Form publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.....	91
Abbildung 13: Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise (Mittelwerte EQ bzw. SQ) bei Mädchen, Jungen und der Gesamtstichprobe mit Standardfehlern. (1 $\hat{=}$ niedrige Ausprägung, 4 $\hat{=}$ hohe Ausprägung; Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$. Diese Abbildung	

- wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert. 106
- Abbildung 14: Pfadmodell der Zusammenhänge zwischen Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise, Neigung zu systematisierender Denkweise, dem Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II (Fit: $\chi^2/df = 1,34$; $p = .26$; RMSEA = 0,026; CFI = 0,99; SRMR = 0,019). Die Richtungspfeile zeigen die Vorhersagekraft an. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II: Nichtwahl (1), Wahl (2). Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Diese Abbildung wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert..... 108
- Abbildung 15: Drei separate Pfadmodelle der Zusammenhänge zwischen Gender, Neigung zu empathisierender Denkweise bzw. Neigung zu systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse Physik sowie der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II (Fit Pfadmodell „Gender“: Saturiertes Modell. Fit Pfadmodell „Neigung zu empathisierender Denkweise“: $\chi^2/df = 0,02$; $p = 0,89$; RMSEA = 0,000; CFI = 1,00; SRMR = 0,003. Fit Pfadmodell „Neigung zu systematisierender Denkweise“: $\chi^2/df = 1,23$; $p = 0,27$; RMSEA = 0,021; CFI = 1,00; SRMR = 0,016). Die Richtungspfeile zeigen die Vorhersagekraft an. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II: Nichtwahl (1), Wahl (2). Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Diese Abbildung wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert. 110
- Abbildung 16: Visualisierung der Gruppen nach Trichotomisierung der Daten des Empathisierungs-Quotienten einer Person (EQ) und des Fach-Empathisierungs-Quotienten (FEQ). Diese Abbildung ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert. 128
- Abbildung 17: Mittelwerte des Fachinteresses Physik der verschiedenen Gruppen auf der Grundlage von EQ und FEQ, Fehlerbalken zeigen Standardfehler. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. Diese Abbildung ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert. 130
- Abbildung 18: Mittelwerte des Fachinteresses Politik der verschiedenen Gruppen auf der Grundlage von EQ und FEQ, Fehlerbalken zeigen Standardfehler. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. Diese Tabelle ist bereits publiziert in

Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	131
Abbildung 19: Mittelwerte des Interesses an unterschiedlich formulierten Kontexten der ROSE-Studie. Fehlerbalken zeigen Standardfehler. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$	140
Abbildung 20: Pfadmodell der Zusammenhänge zwischen Gender, der Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise sowie der empathisierenden oder systematisierenden Kontextformulierung. Die Richtungspfeile zeigen die Vorhersagekraft an. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz).....	141

Abbildungen im Anhang

Abbildung A. 1: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Physik. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.	199
Abbildung A. 2: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Mathematik. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.	199
Abbildung A. 3: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Chemie. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.	199
Abbildung A. 4: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Informatik. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.	199
Abbildung A. 5: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Biologie. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.	199
Abbildung A. 6: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Geschichte. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$;	

p ≤ 0,01; *p ≤ 0,001. R² = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12. 	200
Abbildung A. 7: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Geografie. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001. R² = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12. 	200
Abbildung A. 8: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Englisch. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001. R² = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12. 	200
Abbildung A. 9: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Politik. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001. R² = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12. 	200
Abbildung A. 10: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Deutsch. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001. R² = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12. 	200

14.3 Tabellenverzeichnis

Einige Tabellen dieser Arbeit sind bereits unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert. Für die ausformulierten Lizenzbedingungen besuchen Sie bitte die URL <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Aussagen zu Interesse als Bildungsziel im Physikunterricht unterschiedlicher Ausgaben des Buches „Physikdidaktik kompakt“	10
Tabelle 2: Dimensionen der zweidimensionalen Itemkonstruktion (Elster, 2007, S. 4).	37
Tabelle 3: Die zehn interessantesten Themen für deutsche Jungen und Mädchen (Holstermann & Bögeholz, 2007, S. 76–77).	38
Tabelle 4: Interpretationen und Grenzwerte für Cronbach Alpha-Koeffizienten nach Cronbach (1951) zitiert nach Blanz (2015, S. 256).	57
Tabelle 5: In dieser Arbeit verwendete Effektgrößen und ihre Interpretation.	62
Tabelle 6: Überblick über die in dieser Arbeit genutzten Unterschiedsanalysen.	65
Tabelle 7: Überblick über die in dieser Arbeit genutzten Zusammenhangsanalysen.	66
Tabelle 8: Gängige Gütekriterien zur Beurteilung des Fits eines Modells (Weiber & Sarstedt, 2021, S. 239).	68
Tabelle 9: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Neigungen zu empathisierender (EQ) und systematisierender Denkweise (SQ) für die deutschsprachige Kurzversion für Lernende mit MINT-Leistungskurs oder Nicht-MINT-Leistungskurs. Diese Tabelle wurde bereits in englischer Sprache publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	85
Tabelle 10: Deskriptive Statistiken des Fachinteresses an verschiedenen Schulfächern. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	93
Tabelle 11: Korrelationen zwischen allen erhobenen Variablen (Pearsons r ; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$). Gender wurde kodiert als männlich = 1; weiblich = 2. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	94
Tabelle 12: Zugeordnete Modelle inklusive statistischer Kriterien * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg,	

Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	95
Tabelle 13: Deskriptive Beschreibung der Stichprobe. (Die Prozentangabe in Klammer bezeichnet jeweils den Anteil von Schülerinnen und Schülern in Physikkursen). Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	103
Tabelle 14: Partielle Korrelationen der erfassten Konstrukte kontrolliert für das Alter der Lernenden. (Angabe von Pearsons r ; Signifikanzniveau: $*p \leq 0,05$, $**p \leq 0,01$, $***p \leq 0,001$). Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	107
Tabelle 15: Deskriptive Statistiken und Korrelationen zwischen dem Fachinteresse Physik und Politik. (Pearsons r ; $*p \leq 0,05$; $**p \leq 0,01$; $***p \leq 0,001$). Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	129
Tabelle 16: Deskriptive Statistik des Fach-Empathisierungs-Quotient (FEQ) in Physik und Politik. Diese Tabelle ist bereits publiziert in Welberg, Streitberger et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	129

Tabellen im Anhang

Tabelle A. 1: Relativer Anteil der Kursbelegungen (Grund- und Leistungskurse) in der gymnasialen Oberstufe (Qualifikationsphase 1 und 2) im Schuljahr 2023/24 in Deutschland (Datenquelle: KMK (2024)).	191
Tabelle A. 2: Ergebnisse der Faktorenanalysen der Studien 1, 2 und 4 (* kennzeichnet umgekehrt formulierte Items in Studie 1; die fett gedruckten Items erreichten die finale Skala). Diese Tabelle wurde bereits in englischer Sprache publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	192
Tabelle A. 3: Items zur Erhebung der Neigung zu empathisierender bzw. systematisierender Denkweise. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	195
Tabelle A. 4: Genutzte Skalen des Fragebogens aus Kapitel 7 mit statistischen Gütekriterien.	196
Tabelle A. 5: Deskriptive Statistiken und Korrelationen des Fachinteresses Physik.	197

Tabelle A. 6: Genutzte Skalen des Fragebogens mit statistischen Gütekriterien. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	201
Tabelle A. 7: Ergebnisse der konfirmatorischen Faktorenanalysen von Neigung zu einer systematisierenden Denkweise (SQ) und Fachinteresse Physik. Aufgrund einer leichten Verletzung der Normalverteilung werden robuste Fitindizes angegeben (Maximum-Likelihood-Schätzung mit robusten Standardfehlern und einer Satorra-Bentler skalierten Teststatistik (MLM)). Nach Weiber und Sarstedt (2021) weist das Zwei-Faktoren-Modell einen zufriedenstellenden Modellfit auf und sollte daher dem Ein-Faktor-Modell vorgezogen werden. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	202
Tabelle A. 8: Direkte und indirekte Pfadkoeffizienten des Pfadmodells zu Forschungsfrage 2 (FF2; Abbildung 2). Iterativer Ausschluss nicht signifikanter direkter Pfade bis zum finalen Modell mit ausschließlich signifikanten direkten Pfaden. Zusätzlich Berechnung indirekter Pfade für gegebene direkte Zusammenhänge. Abkürzungen: FI Physik = Fachinteresse Physik, KW Physik = Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, Sys. Denkweise = Neigung zu systematisierender Denkweise, Emp. Denkweise = Neigung zu empathisierender Denkweise. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	203
Tabelle A. 9: Direkte und indirekte Pfadkoeffizienten der Pfadmodelle zu Forschungsfrage 3 (FF3; Abbildung 3). Iterativer Ausschluss nicht signifikanter direkter Pfade bis zum finalen Modell mit ausschließlich signifikanten direkten Pfaden. Zusätzlich Berechnung indirekter Pfade für gegebene direkte Zusammenhänge. Abkürzungen: FI Physik = Fachinteresse Physik, KW Physik = Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, Sys. Denkweise = Neigung zu systematisierender Denkweise, Emp. Denkweise = Neigung zu empathisierender Denkweise. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.	203
Tabelle A. 10: Checkliste aus Zeyer (2024, S. 152) mit den entwickelten Items für den Fach-Empathisierungs-Quotienten (FEQ) für die Fächer Physik und Politik. Diese Tabelle ist bereits eingereicht in Welberg, Streitberger et al. (2025).	204

Tabelle A. 11: Modellvergleiche der konfirmatorischen Faktorenanalyse des Fragebogens des Fach-Empathisierungs-Quotienten Physik bzw. Politik. Diese Tabelle ist bereits eingereicht in Welberg, Streitberger et al. (2025).	206
Tabelle A. 12: Genutzte Skalen des Fragebogens aus Kapitel 9 mit statistischen Gütekriterien.	207
Tabelle A. 13: Genutzte physikalische Kontexte der ROSE-Studie und die dazugehörigen empathisierende und systematisierende Formulierung (Kapteina, 2023).	208
Tabelle A. 14: Genutzte Skalen des Fragebogens aus Kapitel 10 mit statistischen Gütekriterien.	210

14.4 Abkürzungsverzeichnis

ANCOVA:	Analysis of Covariance
ANOVA:	Analysis of Variance
AV:	Abhängige Variable
Beob.	Beobachtung
CFA:	Konfirmatorische Faktorenanalyse
CFI:	Comparative Fit Index
EFA:	Explorative Faktorenanalyse
EQ:	Empathisierungs-Quotient
EST:	Empathizing-Systemizing-Theorie
FEQ:	Fach-Empathisierungs-Quotient
FI	Fachinteresse
G8:	Achtjähriges Gymnasium
IPN:	Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
IQB:	Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen
KMK:	Kultusminister Konferenz, bzw. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland
<i>M</i> :	Mittelwert
MINT:	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
n. s.	nicht signifikant
OECD:	Organization for Economic Co-operation and Development
PISA:	Programme for International Student Assessment
POI:	Person-Object Theory of Interest
RMSEA:	Root Mean Square Error of Approximation
ROSE:	Relevance of Science Education

<i>SD:</i>	Standardabweichung
<i>sig.</i>	signifikant
<i>SMQ:</i>	Science Motivation Questionnaire
<i>SQ:</i>	Systematisierungs-Quotient
<i>SRMR:</i>	Standardized Root Mean Square Residual
<i>TLI:</i>	Tucker Lewis Index
<i>UV:</i>	Unabhängige Variable

15 Anhang

15.1 Kursbelegungen in der gymnasialen Oberstufe

Tabelle A. 1: Relativer Anteil der Kursbelegungen (Grund- und Leistungskurse) in der gymnasialen Oberstufe (Qualifikationsphase 1 und 2) im Schuljahr 2023/24 in Deutschland (Datenquelle: KMK (2024)).

	Insgesamt	Weiblich ¹⁾	Männlich ¹⁾²⁾
Alle Fächer	5.696.514 Belegungen	2.682.662 Belegungen	2.300.747 Belegungen
	rel. Anteil	rel. Anteil	rel. Anteil
Deutsch	9,9 %	10,0 %	9,9 %
Fremdsprachen	13,8 %	14,8 %	13,1 %
Englisch	9,4 %	9,6 %	9,6 %
Französisch	1,2 %	1,5 %	0,7 %
andere moderne Fremdsprachen	2,3 %	2,8 %	2,0 %
Latein und andere antike Sprachen	0,9 %	0,9 %	0,8 %
Mathematik	9,8 %	9,9 %	9,9 %
Informatik	1,5 %	0,9 %	2,5 %
Naturwissenschaften	14,7 %	14,4 %	15,1 %
Biologie	7,4 %	8,4 %	6,6 %
Chemie	3,6 %	3,5 %	3,7 %
Physik	3,6 %	2,4 %	4,8 %
andere naturwiss.-technische Fächer	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Gesellschaftswissenschaften	20,7 %	19,6 %	20,1 %
Erdkunde	4,5 %	3,9 %	4,6 %
Geschichte	7,6 %	7,3 %	7,6 %
Sozialkunde/Gesellschaftslehre/Politik	5,3 %	5,3 %	5,6 %
Wirtschaft/Verwaltung/Recht	1,2 %	1,1 %	1,4 %
Psychologie, Pädagogik	1,5 %	1,9 %	0,8 %
Musik	2,5 %	2,2 %	2,9 %
Kunst/Gestaltung/Werken	5,8 %	6,5 %	4,8 %
Sport	9,9 %	10,0 %	10,2 %
Religion, ev.	2,6 %	2,6 %	2,5 %
Religion, kath.	1,9 %	1,8 %	1,7 %
Ethik/Philosophie	3,7 %	3,8 %	3,7 %
Sonstige Fächer	3,3 %	3,6 %	3,5 %

¹⁾ Bei der Unterteilung nach Gender können die Daten aus Baden-Württemberg nicht berücksichtigt werden, da hier nicht differenziert werden kann.

²⁾ Die Genderausprägungen „divers“ und „keine Angabe“ sind in der Originaldatenquelle der Ausprägung „männlich“ zugeordnet worden.

15.2 Faktorenanalysen zur Kürzung und Adaption des Erhebungsinstrumentes

Tabelle A. 2: Ergebnisse der Faktorenanalysen der Studien 1, 2 und 4 (* kennzeichnet umgekehrt formulierte Items in Studie 1; die fett gedruckten Items erreichten die finale Skala). Diese Tabelle wurde bereits in englischer Sprache publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

	Teilstudie 1 (EFA)				Teilstudie 2 (EFA)				Teilstudie 4 (CFA)			
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
	„Empathisie- rend“	„Empathisie- rend gepolt“	„Systemati- sierend“	„Technolo- gie“	„niedrig“	„Empathisie- rend“	„Systemati- sierend“	„gemischt“	„Empathisie- rend“	„Systemati- sierend“	„Empathisie- rend“	„Systemati- sierend“
E25	0,698	0,058	-0,018	-0,086	0,107	0,726	0,074	-0,142	0,663			
E55	0,629	0,155	-0,071	-0,093	0,200	0,654	-0,072	0,175	0,648			
E52	0,606	0,301	-0,089	-0,034	-0,072	0,728	0,076	0,093	0,703			
E19	0,594	-0,116	-0,092	0,128	-0,070	0,620	0,158	0,061	0,537			
E26	0,578	0,179	-0,038	-0,117	0,164	0,668	-0,033	0,138	0,636			
E22	0,567	0,118	0,034	-0,088	0,084	0,677	0,055	0,091	0,593			
E60	0,555	0,000	0,053	0,196	-0,260	0,559	0,086	0,131	0,479			
E1	0,529	-0,009	0,170	0,030	-0,131	0,656	0,051	-0,044	0,587			
E41	0,528	-0,017	-0,084	0,045	0,114	0,558	0,040	0,186	0,546			
E54	0,483	0,087	0,032	0,156	-0,086	0,631	0,157	-0,120	0,592			
E44	0,459	0,013	-0,030	0,185	-0,125	0,442	-0,003	0,257	0,480			
E59	0,458	0,360	0,006	-0,002	-0,219							
E58	0,457	-0,223	0,267	0,182	0,055							
E43	0,453	0,167	0,215	-0,177	-0,198	0,468	-0,071	0,313	0,509			
S34	0,433	-0,191	0,095	0,371	0,148							
E6	0,367	0,322	0,101	0,011	0,060							
E42	0,357	0,305	0,075	0,153	-0,244							
E36	0,350	-0,129	0,246	-0,255	0,107							
S1	0,335	-0,161	0,202	0,209	0,146							
E27*	0,011	0,624	0,167	0,006	-0,040	0,434	0,130	0,464				
E10*	-0,130	0,601	0,056	-0,008	0,051	0,122	0,221	0,612				
E46*	0,033	0,594	-0,026	-0,094	-0,023	0,219	0,188	0,598				

Fortsetzung

	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 1	Faktor 2
	„Empathisie- rend“	„Empathisie- rend gepolt“	„Systemati- sierend“	„Technolo- gie“	„niedrig“	„Empathisie- rend“	„Systemati- sierend“	„gemischt“	„Empathisie- rend“	„Systemati- sierend“
E18*	0,163	0,505	-0,194	-0,007	0,013	0,020	0,051	0,573		
E29*	-0,061	0,493	-0,136	-0,084	0,268	0,461	0,162	0,220		
E8*	0,089	0,481	-0,064	0,048	-0,062	0,528	0,011	0,053	0,479	
E12*	0,162	0,481	-0,119	0,081	0,139	0,397	0,188	-0,316	0,275	
E38	0,151	0,450	0,164	0,122	-0,328					
E39*	0,010	0,442	0,133	-0,178	0,201	0,105	-0,100	0,333		
E48*	0,275	0,401	-0,147	0,171	0,201					
E11*	-0,009	0,394	0,120	0,097	0,022	0,010	0,267	0,329		
E14*	0,297	0,385	0,027	-0,148	-0,200					
S26*	0,099	0,334	0,221	-0,143	0,223					
E21*	-0,019	0,328	-0,234	0,136	0,175					
E32*	0,055	0,303	0,033	-0,152	0,196					
S43*	0,023	0,274	0,034	0,150	0,041					
E34*	-0,229	0,231	0,192	-0,050	0,063					
E28*	-0,116	0,206	0,027	0,170	-0,079					
S7	0,124	-0,196	0,154	0,162	-0,064					
S53	0,078	0,038	0,681	0,076	0,051	-0,017	0,655	0,270		0,689
S60*	-0,102	0,038	0,635	-0,143	0,043	0,021	0,589	0,375		0,678
S48	-0,024	0,078	0,581	0,270	0,100	-0,054	0,692	0,117		0,605
S55	-0,025	-0,033	0,562	0,192	0,128	-0,011	0,746	0,062		0,602
S19	-0,027	0,163	0,513	0,002	-0,167	0,042	0,610	0,322		0,564
S41	0,016	-0,096	0,492	0,079	0,041	0,153	0,608	0,018		0,530
S37	0,084	0,021	0,474	0,191	0,004	0,091	0,691	-0,063		0,585
S44	0,273	-0,122	0,305	0,138	-0,064					
S30	0,241	-0,069	0,299	0,144	0,149					

Fortsetzung

	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 1	Faktor 2
	„Empathisie- rend“	„Empathisie- rend gepolt“	„Systemati- sierend“	„Technolo- gie“	„niedrig“	„Empathisie- rend“	„Systemati- sierend“	„gemischt“	„Empathisie- rend“	„Systemati- sierend“
S6*	0,057	-0,009	0,277	-0,089	0,195	0,200	0,461	0,314		0,506
S42*	0,072	0,143	0,241	-0,025	-0,085					
S20	-0,057	0,032	-0,066	0,749	0,087					
S13	-0,008	-0,003	0,244	0,627	0,002	0,010	0,622	-0,175		0,393
S24	0,049	-0,017	0,170	0,474	-0,020	0,067	0,283	-0,067		
S49	0,338	0,135	0,121	0,376	-0,269					
S24*	0,054	0,203	0,026	0,374	0,248					
S25	0,142	0,323	0,079	0,370	0,046					
S4	0,059	-0,138	0,262	0,348	-0,009	0,101	0,481	0,057		0,485
S15	-0,066	0,118	0,219	0,318	0,314					
E15*	-0,115	0,031	0,182	-0,263	0,012					
S26*	-0,085	0,085	0,146	0,031	0,485					
S18*	0,143	-0,030	-0,228	0,266	0,364					
S32*	-0,026	-0,234	-0,112	-0,112	0,354					
E50*	0,113	0,017	-0,061	-0,015	0,341					
S45	-0,084	0,139	0,278	-0,041	0,340					
S11*	-0,016	0,034	-0,213	0,119	0,331					
S31*	0,165	0,023	-0,007	0,181	0,330					
S28*	-0,065	0,024	0,163	-0,131	0,329					
S12*	0,074	0,213	-0,063	0,247	0,319					
S51*	-0,096	0,017	0,077	-0,073	0,294					
S23*	-0,088	0,084	0,066	0,099	0,291					
S57*	0,011	-0,018	0,161	0,170	0,262					
E4*	0,158	0,116	0,004	0,013	0,197					

15.3 Skalen zur Messung der Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise

Tabelle A. 3: Items zur Erhebung der Neigung zu empathisierender bzw. systematisierender Denkweise. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg et al. (2024a) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

EQ		SQ	
E1	Ich kann mich schnell und ohne nachzudenken darauf einstellen, wie eine andere Person sich fühlt.	S1	Ich finde es interessant, alles über den genauen Verlauf eines Flusses von der Quelle bis zur Mündung zu erfahren.
E2	Ich erkenne leicht, ob jemand ein Gespräch anfangen möchte.	S2	Wenn ich einen Spaziergang mache, interessiert mich, wie sich die verschiedenen Baumarten voneinander unterscheiden.
E3	Ich bemerke schnell, wenn jemand sich unwohl in einer Gruppe fühlt.	S3	Wenn ich Pflanzen betrachte, will ich genau wissen, wie sie heißen.
E4	Ich kann relativ gut voraussagen, wie jemand sich fühlen wird.	S4	Wenn ich ein Tier sehe, möchte ich gern genau wissen, zu welcher Tierfamilie es gehört.
E5	Es fällt mir leicht, mich in einen anderen Menschen hineinzusetzen.	S5	Wenn ich einen Berg betrachte, überlege ich, wodurch seine spezielle Form entstanden ist.
E6	Ich erkenne, wenn jemand versteckt, dass er traurig ist.	S6	Wenn ich ein Gebäude betrachte, möchte ich gern Näheres über die Bauweise wissen.
E7	Ich habe schnell heraus, ob jemand etwas anderes meint als das, was er sagt.	S7	Es fasziniert mich, wie Maschinen funktionieren.
E8	Es fällt mir leicht herauszufinden, worüber sich mein Gesprächspartner gern unterhalten möchte.	S8	Wenn ich ein gemaltes Bild betrachte, denke ich genau darüber nach, mit welcher Technik es gemalt wurde.
E9	Freunde erzählen mir normalerweise von ihren Problemen, weil sie mich für besonders verständnisvoll halten.	S9	Wenn ich mit der Bahn reise, frage ich mich oft, wie die Eisenbahnnetze im Einzelnen geplant und aufeinander abgestimmt werden.
E10	Ich erkenne leicht, ob jemand meine Erzählungen interessant oder langweilig findet.	S10	Ich lese lieber Sachbücher als Erzählungen.
E11	Ich kann den Standpunkt meines Gesprächspartners für gewöhnlich verstehen, auch wenn ich selbst anderer Meinung bin.		
E12	Ich bemerke, wenn ich störe, auch wenn die andere Person es nicht sagt.		
E13	Ich weiß immer genau, wie ich mich anderen Menschen gegenüber verhalten soll.		
E14	Freundschaften sind einfach, deshalb finde ich schnell neue Freunde.		

15.4 Statistische Gütekriterien des Fragebogens aus Kapitel 7

Tabelle A. 4: Genutzte Skalen des Fragebogens aus Kapitel 7 mit statistischen Gütekriterien.

Konstrukt	Ursprung	N _{Items}	Beispiel-Item(s)	Antwortformat	M (SD)	S	K	Cronbachs α
Gender	Eigenentwicklung	1	Bitte gib dein Geschlecht an.	männlich, weiblich, divers	-	-	-	-
Alter	Eigenentwicklung	1	Bitte gib dein Alter in Jahren an.	Offene Antwort	13,92 (1,38)	-0,20	-0,41	-
Klassenstufe	Eigenentwicklung	1	Bitte gib deine Klassenstufe an.	5. – 10. Klasse	8,29 (1,27)	-0,35	-0,82	-
Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ)	Welberg et al. (2024a)	14	Siehe Tabelle A. 3.	Likert Skala (4-stufig)	3,05 (0,47)	-0,47	0,45	0,85
Neigung zu systematisierender Denkweise (SQ)	Welberg et al. (2024a)	10	Siehe Tabelle A. 3.	Likert Skala (4-stufig)	1,85 (0,55)	0,74	0,50	0,81
Fachinteresse	Eigenentwicklung	10	Bitte gib an, wie stark dich diese Schulfächer interessieren. - Biologie - Chemie - Englisch - Deutsch - Geografie - Geschichte - Informatik - Mathematik - Physik - Politik	Likert Skala (4-stufig) + Ausweichoption „Ich hatte das Fach noch nicht.“	-	-	-	-

15.5 Erhebung des Fachinteresses: Einzelitem vs. Skala

Für eine effiziente Erhebung des Fachinteresses an verschiedenen Schulfächern kann es von Vorteil sein, das Interesse an einem Fach durch ein einzelnes Item, statt durch eine Skala mit mehreren Items zu messen. Dieses Verfahren wird im Folgenden am Beispiel des Fachs Physik untersucht, wobei die Erhebung mit einem Einzelitem mit derjenigen einer 11-Item-Skala (Bergmann, 2020) verglichen wird.

15.5.1 Stichprobe

Die Stichprobe umfasst 2607 Schülerinnen und Schüler (48,8 % männlich; 48,4 % weiblich; 2,8 % divers) aus den Jahrgangsstufen 5 bis 13, mit einer durchschnittlichen Klassenstufe von $M = 9,09$ ($SD = 2,16$). Alle Teilnehmenden waren Schülerinnen und Schüler aus verschiedenen Schulen in Deutschland und repräsentierten sämtliche Schulformen des deutschen Sekundarbereichs. Die Schülerinnen und Schüler nahmen freiwillig im Rahmen ihres regulären Unterrichts an der Befragung teil.

15.5.2 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt anhand der deskriptiven Statistik (Tabelle A. 4). Die Effektgrößen werden in Anlehnung an Cohen und Cohen (1983) angegeben. Für die Interpretation der Effektgrößen gelten die folgenden Bereiche: Pearsons r : $r \geq 0,10$ weist auf einen kleinen Effekt hin, $r \geq 0,30$ auf einen mittleren Effekt und $r \geq 0,50$ auf einen großen Effekt.

Tabelle A. 5: Deskriptive Statistiken und Korrelationen des Fachinteresses Physik.

Fachinteresse Physik	Deskriptive Statistik		Korrelationen		Interne Konsistenz
	M	SD	Pearsons r	p	Cronbachs α
Einzelitem	2,61	1,02	0,78	$\leq 0,001$	-
11-Item-Skala	2,75	1,03			0,94

Der Mittelwert Fachinteresses Physik, gemessen mit einem Einzelitem, war geringfügig niedriger als der mit einer 11-Item-Skala ermittelte Wert. Eine Korrelationsanalyse zeigt, dass das Einzelitem signifikant mit der 11-Item-Skala korreliert, wobei eine große Effektgröße festgestellt werden kann.

15.5.3 Diskussion und Fazit

Die Studie zeigt, dass das Fachinteresse in Physik sowohl mittels eines Einzelitems als auch einer 11-Item-Skala erfasst werden kann. Obwohl das Interesse bei Verwendung des Einzelitems geringfügig niedriger ausfiel als bei der 11-Item-Skala, korrelieren beide Erhebungen mit einer großen Effektgröße. Wenn die Umfrage es erlaubt,

ist eine Skala mit mehreren Items dem Einzelitem vorzuziehen, insbesondere da es vielfältigere Facetten des Interesses abbildet. Das Einzelitem liefert jedoch ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse und kann für weitere Analysen herangezogen werden.

Diese Analysen wurden exemplarisch für das Fach Physik durchgeführt und sollten in zukünftigen Untersuchungen analog auch für andere Fächer verifiziert werden.

Im Rahmen dieser Arbeit erweist sich die Messung des Fachinteresses durch ein Einzelitem als geeignet.

15.6 Visualisierung der modellierten Zusammenhänge zwischen EQ, SQ, Gender und Fachinteresse verschiedener Schulfächer

MINT-Fächer

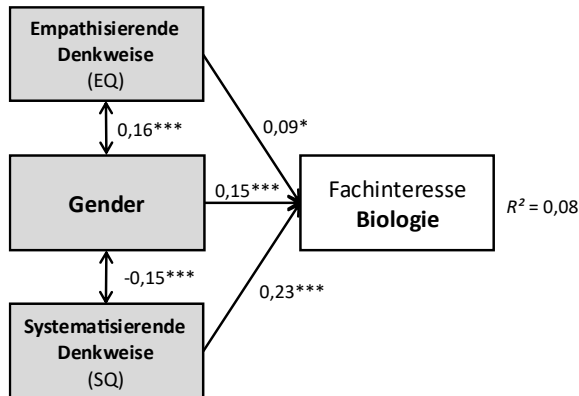


Abbildung A. 5: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Biologie. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

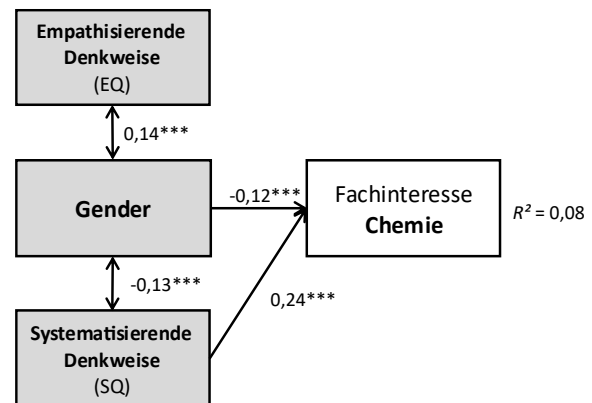


Abbildung A. 3: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Chemie. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

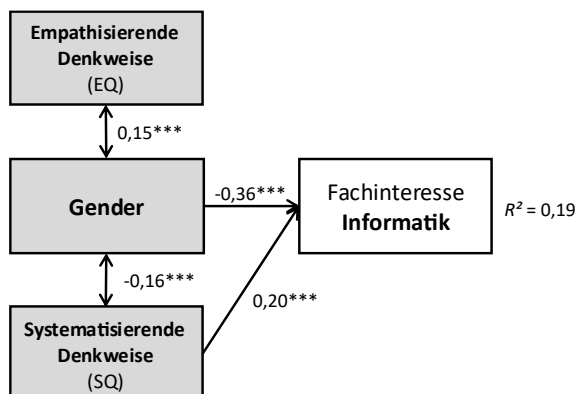


Abbildung A. 4: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Informatik. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

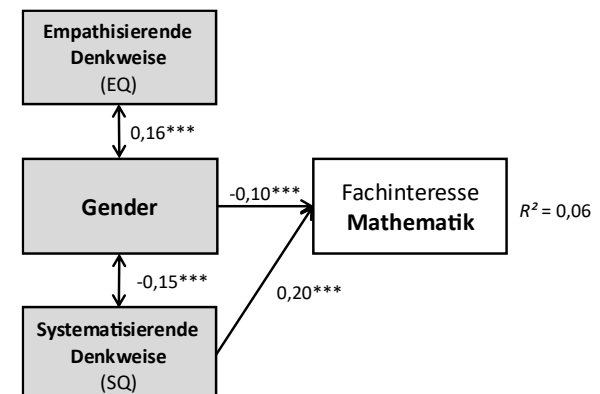


Abbildung A. 2: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Mathematik. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

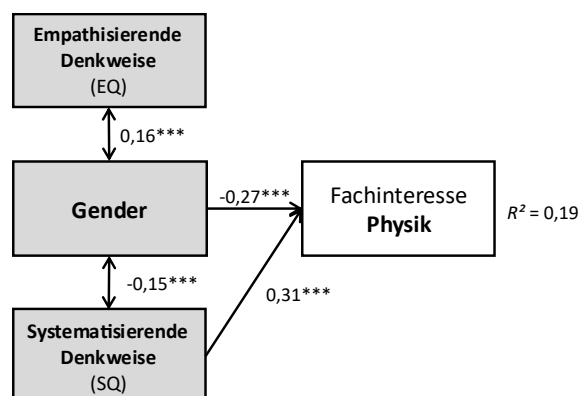


Abbildung A. 1: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Physik. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

Geisteswissenschaftliche Fächer

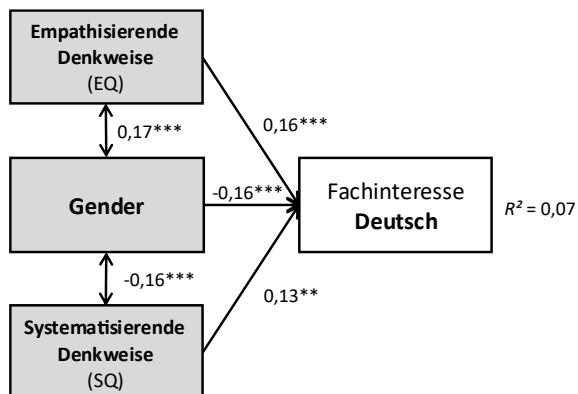


Abbildung A. 10: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Deutsch. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

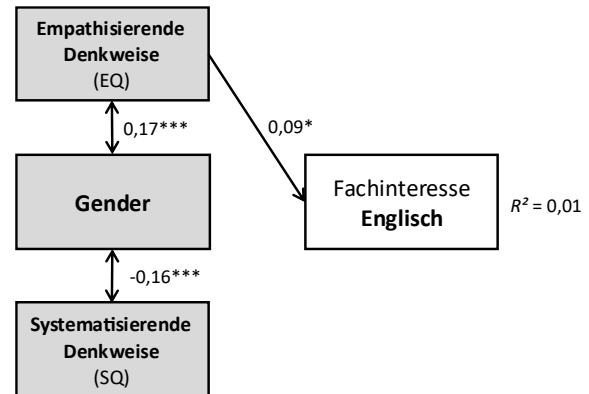


Abbildung A. 8: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Englisch. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

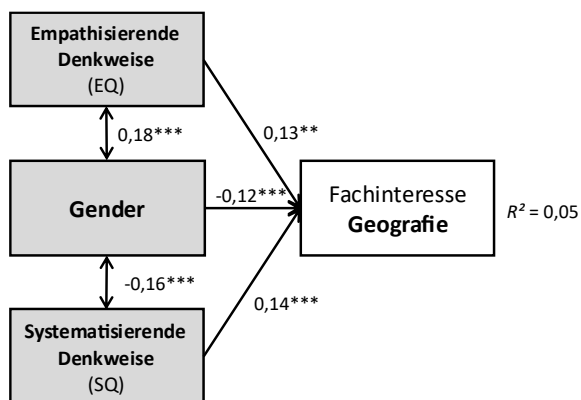


Abbildung A. 7: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Geografie. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

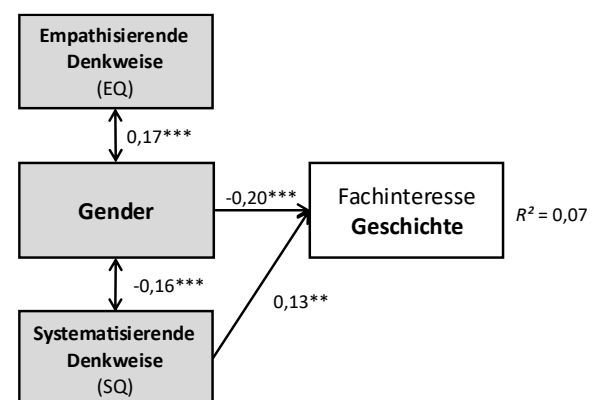


Abbildung A. 6: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Geschichte. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

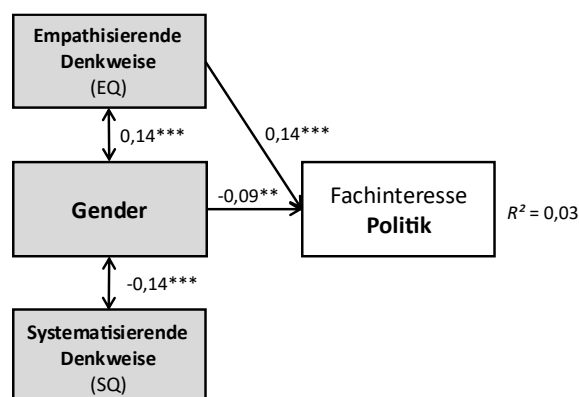


Abbildung A. 9: Visualisierung des Pfadmodells des Fachinteresses Politik. Kodierung Gender: männlich (1), weiblich (2); Signifikanzniveau: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. R^2 = erklärte Varianz). Modellgüte siehe Tabelle 12.

15.7 Statistische Gütekriterien des Fragebogens aus Kapitel 8

Tabelle A. 6: Genutzte Skalen des Fragebogens mit statistischen Gütekriterien. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Konstrukt	Ursprung	N _{Items}	(Beispiel) Items	Antwortformat	M (SD)	S	K	Cronbachs α
Gender	Eigenentwicklung	1	Bitte gib dein Geschlecht an.	männlich; weiblich; divers	-	-	-	-
Alter	Eigenentwicklung	1	Bitte gib dein Alter in Jahren an.	Freifeld	14,88 (1,49)	0,49	-0,80	-
Klassenstufe	Eigenentwicklung	1	Bitte gib deine Klassenstufe an.	8. – 12.	9,58 (1,34)	0,43	-1,04	-
Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II ¹⁾								
- prospektiv	Eigenentwicklung	1	Würdest du zum aktuellen Zeit-punkt Physik in der Sekundarstufe II wählen?	Ja (2); Eher ja (2); Eher nein (1); Nein (1)	-	-	-	-
- retrospektiv	Eigenentwicklung	1	Hast du Physik in der Sekundarstufe II gewählt?	Ja, als Grundkurs (2); Ja, als Leistungskurs (2); Nein.(1)	-	-	-	-
Fachinteresse Physik	Bergmann (2020)	11	- Das Fach Physik ist für mich persönlich wichtig - Mich mit Themen oder Fragestellungen aus dem Physikunterricht zu befassen, gehört zu meinen Lieblingsbeschäftigungen.	Likert-Skala (5-stufig)	2,37 (0,87)	0,39	-0,61	0,91
Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ)	Welberg et al. (2024a)	14	Siehe Skalen zur Messung der Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise	Likert-Skala (4-stufig)	3,00 (0,40)	-0,66	2,61	0,84
Tabelle A. 3								
Neigung zu systematisierender Denkweise (SQ)	Welberg et al. (2024a)	10	Siehe Skalen zur Messung der Neigung zu empathisierender und systematisierender Denkweise	Likert-Skala (4-stufig)	1,93 (0,53)	0,44	0,01	0,79
Tabelle A. 3								

¹⁾ Zur gemeinsamen Analyse der Zusammenhänge von prospektiver und retrospektiver Wahl wurden die Antworten umkodiert. Die Kodierungen befinden sich in Klammern hinter den Antwortmöglichkeiten.

15.8 Faktorenanalysen Fachinteresse Physik und systematisierende Denkweise

Tabelle A. 7: Ergebnisse der konfirmatorischen Faktorenanalysen von Neigung zu einer systematisierenden Denkweise (SQ) und Fachinteresse Physik. Aufgrund einer leichten Verletzung der Normalverteilung werden robuste Fitindizes angegeben (Maximum-Likelihood-Schätzung mit robusten Standardfehlern und einer Satorra-Bentler skalierten Teststatistik (MLM)). Nach Weiber und Sarstedt (2021) weist das Zwei-Faktoren-Modell einen zufriedenstellenden Modellfit auf und sollte daher dem Ein-Faktor-Modell vorgezogen werden. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

	Item Nr.	Ein-Faktor-Modell	Zwei-Faktoren-Modell
Neigung zu systematisierender Denkweise (SQ)	S1	0,295	0,453
	S2	0,180	0,425
	S3	0,223	0,448
	S4	0,227	0,442
	S5	0,341	0,524
	S6	0,405	0,549
	S7	0,566	0,613
	S8	0,201	0,356
	S9	0,405	0,552
	S10	0,343	0,332
Fachinteresse Physik	FI1	0,929	0,940
	FI2	0,963	0,973
	FI3	0,842	0,834
	FI4	0,906	0,922
	FI5	0,949	0,952
	FI6	0,533	0,522
	FI7	0,710	0,708
	FI8	0,615	0,627
	FI9	0,856	0,859
	FI10	0,956	0,962
	FI11	0,863	0,873
Robuste Fitindizes	CFI	0,76	0,85
	RMSEA	0,11	0,08
	SRMR	0,10	0,08

15.9 Pfadkoeffizienten der Pfadmodelle aus Kapitel 8

Tabelle A. 8: Direkte und indirekte Pfadkoeffizienten des Pfadmodells zu Forschungsfrage 2 (FF2; Abbildung 2). Iterativer Ausschluss nicht signifikanter direkter Pfade bis zum finalen Modell mit ausschließlich signifikanten direkten Pfaden. Zusätzlich Berechnung indirekter Pfade für gegebene direkte Zusammenhänge. Abkürzungen: FI Physik = Fachinteresse Physik, KW Physik = Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, Sys. Denkweise = Neigung zu systematisierender Denkweise, Emp. Denkweise = Neigung zu empathisierender Denkweise. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Zusammenhang/Pfad	β	SE	95% CI		p
			LL	UL	
FI Physik $\leftarrow$ Gender	-0,17	0,04	-0,26	-0,09	< 0,001
FI Physik $\leftarrow$ Sys. Denkweise	0,49	0,04	0,39	0,56	< 0,001
KW Physik $\leftarrow$ FI Physik	0,38	0,04	0,31	0,46	< 0,001
KW Physik $\leftarrow$ Gender	-0,11	0,04	-0,21	-0,03	< 0,01
KW Physik $\leftarrow$ FI Physik $\leftarrow$ Gender	-0,06	0,02	-0,11	-0,04	< 0,01
KW Physik $\leftarrow$ FI Physik $\leftarrow$ Sys. Denkweise	0,19	0,02	0,13	0,24	< 0,01

Anmerkung: β = Standardisierter Pfadkoeffizient, SE = Standardfehler, CI = Konfidenzintervall, LL = unteres Limit, UL = oberes Limit, p = Irrtumswahrscheinlichkeit.

Tabelle A. 9: Direkte und indirekte Pfadkoeffizienten der Pfadmodelle zu Forschungsfrage 3 (FF3; Abbildung 3). Iterativer Ausschluss nicht signifikanter direkter Pfade bis zum finalen Modell mit ausschließlich signifikanten direkten Pfaden. Zusätzlich Berechnung indirekter Pfade für gegebene direkte Zusammenhänge. Abkürzungen: FI Physik = Fachinteresse Physik, KW Physik = Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II, Sys. Denkweise = Neigung zu systematisierender Denkweise, Emp. Denkweise = Neigung zu empathisierender Denkweise. Diese Tabelle wurde bereits publiziert in Welberg, Schneider et al. (2025) und unter der Creative Commons-Lizenz CC BY 4.0 lizenziert.

Zusammenhang/Pfad	β	SE	95% CI		p
			LL	UL	
Modell „Gender“					
FI Physik $\leftarrow$ Gender	-0,26	0,04	-0,34	-0,18	< 0,001
KW Physik $\leftarrow$ Gender	-0,11	0,04	-0,21	-0,03	< 0,05
KW Physik $\leftarrow$ FI Physik	0,38	0,04	0,31	0,46	< 0,001
KW Physik $\leftarrow$ FI Physik $\leftarrow$ Gender	-0,10	0,02	-0,16	-0,07	< 0,01
Modell „Emp. Denkweise“					
KW Physik $\leftarrow$ Emp. Denkweise	-0,09	0,04	-0,16	0,01	< 0,05
KW Physik $\leftarrow$ FI Physik	0,41	0,04	0,34	0,48	< 0,001
Modell „Sys. Denkweise“					
FI Physik $\leftarrow$ Sys. Denkweise	0,52	0,04	0,43	0,60	< 0,001
KW Physik $\leftarrow$ FI Physik	0,41	0,04	0,34	0,49	< 0,001
KW Physik $\leftarrow$ FI Physik $\leftarrow$ Sys. Denkweise	0,21	0,03	0,16	0,26	< 0,01

Anmerkung: β = Standardisierter Pfadkoeffizient, SE = Standardfehler, CI = Konfidenzintervall, LL = unteres Limit, UL = oberes Limit, p = Irrtumswahrscheinlichkeit.

15.10 Fragebogen zur Erhebung empathisierender Unterrichtselemente

Tabelle A. 10: Checkliste aus Zeyer (2024, S. 152) mit den entwickelten Items für den Fach-Empathisierungs-Quotienten (FEQ) für die Fächer Physik und Politik. Diese Tabelle ist bereits eingereicht in Welberg, Streitberger et al. (2025).

Nr.	Checkliste	FEQ Physik	FEQ Politik	Form der Empathie
1	Soziale Interaktion mit anderen Schülerinnen und Schülern im Unterricht	Im Physikunterricht arbeite ich oft mit Mitschüler*innen zusammen, um Fragestellungen zu lösen.	Im Politikunterricht arbeite ich oft mit Mitschüler*innen zusammen, um Fragestellungen zu lösen.	Emotionale Empathie (1)
2	Soziale Interaktion mit der Lehrperson im Unterricht	Im Physikunterricht habe ich regelmäßig die Möglichkeit, Fragen direkt an meine Lehrkraft zu stellen und um Hilfe zu bitten.	Im Politikunterricht habe ich regelmäßig die Möglichkeit, Fragen direkt an meine Lehrkraft zu stellen und um Hilfe zu bitten.	
3	Motivation der Lehrperson beim Unterrichten/ emotionaler Bezug zu Naturwissenschaften	Meine Lehrkraft im Physikunterricht zeigt Begeisterung und Leidenschaft für die Naturwissenschaften.	Meine Lehrkraft im Politikunterricht zeigt Begeisterung und Leidenschaft für politische Themen und deren Bedeutung für die Gesellschaft.	
4	Motivation/emotionaler Bezug der Eltern und anderer Bezugspersonen zu Naturwissenschaften	Meine Eltern oder Erziehungsberechtigten sind interessiert an naturwissenschaftlichen Themen und ermutigen mich zu einer Auseinandersetzung mit diesen.	Meine Eltern oder Erziehungsberechtigten zeigen Interesse an politischen Themen und ermutigen mich zu einer Auseinandersetzung mit diesen.	
5	Kontexte aus „life events“	Der Physikunterricht behandelt Fragen meines alltäglichen Lebens.	Der Politikunterricht behandelt Fragen meines alltäglichen Lebens.	Affektive Theory of Mind (2)
6	Erfahrungen aus der Gemeinschaft der Peers/ der kulturellen Gemeinschaft	Im Physikunterricht werden Themen behandelt, die in meinem engen Freundeskreis eine wichtige Rolle spielen.	Im Politikunterricht werden Themen behandelt, die in meinem engen Freundeskreis eine wichtige Rolle spielen (z.B. Krieg, Vertreibung, Mobbing).	

7	Altruistische Kontexte („anderen helfen“)	Durch den Physikunterricht erkenne ich, wie ich mit meinem eigenen Handeln meinen Mitmenschen helfen kann.	Durch den Politikunterricht erkenne ich, wie ich mit meinem eigenen Handeln meinen Mitmenschen helfen kann.
8	Kontexte aus Gesundheit und Umwelt	Im Physikunterricht werden Themen behandelt, die sich mit der Gesundheit befassen (z.B. Nutzung fossiler Energien, Nutzen und Gefahren der Sonne).	Im Politikunterricht werden Themen behandelt, die sich mit der Gesundheit befassen (z.B. Klimawandel, Sozialstaat).
9	Kontexte aus Gesundheit und Umwelt	Im Physikunterricht werden Themen behandelt, die mit unserer Umwelt und Natur zu tun haben.	Im Politikunterricht werden Themen behandelt, die mit unserer Umwelt und Natur zu tun haben.
10	Socio-Scientific Issues	Im Physikunterricht werden große Probleme behandelt, deren Lösung meist komplex ist (z.B. Klimawandel, Energieversorgung).	Im Politikunterricht werden große Probleme behandelt, deren Lösung meist komplex ist (z.B. Kriege/Konflikte, Flüchtlingssituation, Klimawandel).
11	Human Factor	Im Physikunterricht wird besprochen, welcher Einfluss der Mensch auf die Umwelt nimmt.	Im Politikunterricht wird besprochen, welcher Einfluss der Mensch auf die Umwelt nimmt.
12	Ethische und moralische Fragen	Im Physikunterricht werden ethische und moralische Fragen (z.B. Nutzung und Gefahren von Atomkraft) besprochen.	Im Politikunterricht werden ethische und moralische Fragen (z.B. Ernährung, Klimawandel) besprochen.

15.11 Faktorenanalyse des Fragebogens zur Erhebung empathisierender Unterrichtselemente

Tabelle A. 11: Modellvergleiche der konfirmatorischen Faktorenanalyse des Fragebogens des Fach-Empathisierungs-Quotienten Physik bzw. Politik. Diese Tabelle ist bereits eingereicht in Welberg, Streitberger et al. (2025).

	Physik				Politik			
	3-Faktor- Model	3-Faktor-Mo- del 2	1-Faktor-Mo- del	1-Faktor- Model 2	3-Faktor- Model	3-Faktor- Model 2	1-Faktor-Mo- del	1-Faktor-Mo- del 2
Emotionale Em- pathie (emEmp)	01	0,72	0,71	0,44	0,43	0,36	0,30	0,27
	02	0,17	-	0,11	-	0,54	-	-
	03	0,86	0,87	0,53	0,52	0,54	0,46	0,41
	04	0,32	0,32	0,33	0,33	0,37	0,40	0,39
Affektive ToM (aToM)	05	0,44	0,44	0,41	0,41	0,60	0,59	0,51
	06	0,50	0,50	0,51	0,50	0,60	0,55	0,54
	07	0,62	0,62	0,62	0,62	0,51	0,48	0,49
	08	0,85	0,85	0,74	0,74	0,61	0,51	0,53
Kognitive ToM (kToM)	09	0,44	0,44	0,48	0,47	0,63	0,44	0,48
	10	0,65	0,65	0,52	0,53	0,40	0,50	0,48
	11	0,67	0,67	0,61	0,61	0,61	0,42	0,47
	12	0,37	0,37	0,41	0,41	0,68	0,53	0,57
Kovarianzen	emEmp aToM	0,67	0,67	-	-	0,83	10,00	-
	emEmp kToM	0,38	0,38	-	-	0,41	-	-
	aToM kToM	0,83	0,83	-	-	0,64	-	-
Robuste Fit Indizes	CFI	0,90	0,90	0,80	0,80	0,89	0,78	0,79
	RMSEA	0,07	0,08	0,10	0,10	0,08	0,11	0,11
	SRMR	0,07	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08

15.12 Statistische Gütekriterien des Fragebogens aus Kapitel 9

Tabelle A. 12: Genutzte Skalen des Fragebogens aus Kapitel 9 mit statistischen Gütekriterien.

Konstrukt	Ursprung	N_{Items}	Beispiel-Item(s)	Antwortformat	$M (SD)$	S	K	Cronbachs α
Gender	Eigenentwicklung	1	Bitte gib dein Geschlecht an.	männlich, weiblich, divers				
Alter	Eigenentwicklung	1	Bitte gib dein Alter in Jahren an.	Offene Antwort	13,46 (1,21)	-0,45	-0,54	
Klassenstufe	Eigenentwicklung	1	Bitte gib deine Klassenstufe an.	5. – 10. Klasse	7,76 (1,08)	-0,54	-0,98	
Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ)	Welberg et al. (2024a)	14	- Siehe Tabelle A. 3.	Likert Skala (4-stufig)	3,09 (0,46)	-0,41	0,41	0,84
Neigung zu systematisierender Denkweise (SQ)	Welberg et al. (2024a)	10	- Siehe Tabelle A. 3.	Likert Skala (4-stufig)	1,82 (0,54)	0,84	0,78	0,82
Fachinteresse	Eigenentwicklung	10	Bitte gib an, wie stark dich diese Schulfächer interessieren. - Physik - Politik	Likert Skala (4-stufig) + Ausweichoption „Ich hatte das Fach noch nicht.“				
Empathisierende Unterrichtselemente Physik (FEQ Physik)	Eigenentwicklung	12	- Siehe Tabelle A. 10	Likert Skala (4-stufig)	2,42 (0,53)	0,03	-0,00	0,79
Empathisierende Unterrichtselemente Politik (FEQ Politik)	Eigenentwicklung	12	- Siehe Tabelle A. 10	Likert Skala (4-stufig)	2,91 (0,53)	-0,69	0,90	0,83

15.13 Items zum Interesse an Kontexten der ROSE-Studie

Tabelle A. 13: Genutzte physikalische Kontexte der ROSE-Studie und die dazugehörigen empathisierende und systematisierende Formulierung (Kapteina, 2023).

Nr.	Originalformulierung	Empathisierende Formulierung	Systematisierende Formulierung
Umweltschutz			
1	Der Treibhauseffekt und wie der Mensch die Situation verändern kann.	Was man gegen die weitere Erwärmung der Erde unternehmen kann.	Wie der Treibhauseffekt funktioniert.
2	Wie Energie gespart oder effektiver genutzt werden kann.	Wie Menschen vom Energiesparen und einer effektiven Nutzung von Energie überzeugt werden können.	Wie mit modernen Systemen (z.B. Bewegungsmelder, neue Heizungsanlagen) Energie besser gespart oder effektiver genutzt werden kann.
3	Neue Energiequellen aus Sonne, Wind, Gezeiten, Wellen, etc.	Wie unser Leben aussehen könnte, wenn wir mehr Energiequellen wie Sonne, Wind und Wasserkraft verwenden würden.	Die neueste technische Entwicklung von Energiequellen - wie wir aus Sonne, Wind und Wasserkraft Energie gewinnen können.
Alltagsrelevanz			
4	Elektrizität, wie sie erzeugt und im Haushalt gebraucht wird.	Wie uns Elektrizität durch eine Vielzahl von elektrischen Geräten die Arbeit im Haushalt erleichtert.	Wie unsere elektrischen Geräte im Haushalt funktionieren.
Spektakuläre Phänomene			
5	Schwarze Löcher, Supernovae und andere spektakuläre Phänomene im Weltall.	Wie Wissenschaftler:innen spektakuläre Phänomene wie schwarze Löcher oder Supernovae entdecken können.	Wie Schwarze Löcher, Supernovae und andere spektakuläre Phänomene im Weltall entstehen.
6	Wie Meteoriten, Kometen und Asteroiden Katastrophen auf der Erde verursachen können.	Welche Folgen für das Leben ein Meteoriteneinschlag auf der Erde vermutlich hatte.	Wie man vermuten kann, ob an einem Ort mal ein Meteorit in der Erde eingeschlagen ist.
7	Wie eine Atombombe funktioniert.	Warum Physiker bei der Entwicklung von Atombomben mitgearbeitet haben.	Wie eine Atombombe aufgebaut ist.
8	Auswirkungen von starken Elektroschocks und von Blitzen auf den menschlichen Körper.	Warum manche Menschen Blitze überleben und andere nicht.	Was im Körper passiert, wenn man von einem Blitz getroffen wird.
Gesundheit, Medizin			

9	Wie Radioaktivität auf den menschlichen Körper wirkt	Schicksale von Menschen, die mit Radioaktivität in Kontakt gekommen sind.	Welche chemischen Prozesse laufen im menschlichen Körper ab, wenn er in Kontakt mit Radioaktivität kommt.
10	Wie Röntgenstrahlung, Ultraschall, etc. in der Medizin verwendet werden.	Was in der Medizin alles möglich geworden ist, seitdem man Röntgenstrahlung und Ultraschall verwenden kann.	Welche Geräte in der Medizin Röntgenstrahlung oder Ultraschall verwenden.
11	Die mögliche Strahlungsgefahr von Handys und Computern.	Ob sich die Strahlung von Handys auf Menschen auswirkt.	Wie man die Strahlung von Handys misst.
<i>Mystik, Wunder</i>			
12	Wie man mit Hilfe von Sternen navigiert.	Wie sich Menschen auf dem Meer allein mit Hilfe der Sterne zurechtfinden konnten.	Wie Sterne die Richtung anzeigen können.
13	Die Möglichkeit außerhalb der Erde zu leben.	Könnten Menschen auf anderen Planeten überleben.	Welche technische Ausstattung brauchen Menschen, um auf einem anderen Planeten leben zu können.
<i>Ästhetische Aspekte</i>			
14	Warum wir einen Regenbogen sehen können.	Wie die Farben in einem Regenbogen zustande kommen.	Welche Bedingungen gelten müssen, damit wir einen Regenbogen sehen.
15	Wie der Sonnenuntergang den Himmel färbt.	Wie stark sich der Himmel beim Sonnenuntergang in unterschiedlichen Gebieten der Erde färbt.	Welche Umstände dazu beitragen, dass der Sonnenuntergang den Himmel färbt.
<i>Gesellschaftliche Relevanz</i>			
16	Die erste Mondlandung und die Geschichte der Weltraumforschung.	Was die ersten Menschen auf dem Mond später von ihrem Flug berichtet haben.	Wie man beweisen kann, dass wirklich Menschen auf dem Mond waren.
17	Wie die Elektrizität die Entwicklung unserer Gesellschaft beeinflusst hat.	Was passieren würde, wenn auf einmal der Strom ausfallen würde.	Welches die ersten elektrischen Geräte waren, die erfunden wurden.

15.14 Statistische Gütekriterien des Fragebogens aus Kapitel 10

Tabelle A. 14: Genutzte Skalen des Fragebogens aus Kapitel 10 mit statistischen Gütekriterien.

Konstrukt	Ursprung	N _{Items}	Beispiel-Item(s)	Antwortformat	M (SD)	S	K	Cronbachs α
Gender	Eigenentwicklung	1	Bitte gib dein Geschlecht an.	männlich, weiblich, divers	-	-	-	-
Alter	Eigenentwicklung	1	Bitte gib dein Alter in Jahren an.	Offene Antwort	14,83 (1,48)	-	-	-
Klassenstufe	Eigenentwicklung	1	Bitte gib deine Klassenstufe an.	5. – 12. Klasse	9,55 (1,34)	-	-	-
Neigung zu empathisierender Denkweise (EQ)	Welberg et al. (2024a)	14	- Siehe Tabelle A. 3.	Likert Skala (4-stufig)	2,99 (0,41)	-0,61	2,33	0,83
Neigung zu systematisierender Denkweise (SQ)	Welberg et al. (2024a)	10	- Siehe Tabelle A. 3.	Likert Skala (4-stufig)	1,94 (0,54)	0,48	0,04	0,80
Originale Formulierung physikalischer ROSE-Items	Sjøberg und Schreiner (2010)	17	- Siehe Tabelle A. 13	Likert Skala (4-stufig)	2,71 (0,55)	-0,55	0,43	0,88
Empathisierende Formulierung physikalischer ROSE-Items	Eigenentwicklung	17	- Siehe Tabelle A. 13	Likert Skala (4-stufig)	2,81 (0,54)	-0,67	0,82	0,87
Systematisierende Formulierung physikalischer ROSE-Items	Eigenentwicklung	17	- Siehe Tabelle A. 13	Likert Skala (4-stufig)	2,65 (0,57)	-0,36	0,17	0,88

15.15 Posterpräsentationen und Vorträge

- **Welberg, J.,** Heinicke, S. & Laumann, D. (2025). *Wie hängen Personenmerkmale von Lernenden mit dem Fachinteresse Physik zusammen?* Vortrag zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Göttingen, Deutschland.
- **Welberg, J.,** Streitberger, J.-S., Laumann, D. & Heinicke, S. (2024). *Wie empathisierend ist Physikunterricht? Empirische Befunde.* Vortrag zur Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP). Bochum, Deutschland.
- Streitberger, J.-S., **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2024). *Wie empathisierend ist Physikunterricht? Fragebogenentwicklung.* Poster zur Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP). Bochum, Deutschland.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2024). *How do empathizing and systemizing influence interest, motivation and enrollment in physics?* Vortrag zur International Conference on Motivation & Emotion der EARLI-SIG08. Bern, Schweiz.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2024). *Students' Interest in Science: Influence of Students' Brain Type.* Vortrag zur NARST 97th Annual International Conference. Denver, USA.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2024). *Was beeinflusst das Interesse am Physikunterricht? Vergleich von Gender, Systematisieren und Empathisieren.* Poster auf der WE-Heraus-Tagung: Interesse revisited – Das Interessenkonstrukt in den Naturwissenschaftsdidaktiken. Augsburg, Deutschland.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2024). *Kontexte empathisierend oder systematisierend gestalten? Einflüsse auf das Interesse an Physik.* Vortrag zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Greifswald, Deutschland.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2023). *Motive zur Wahl und Befunde zum Fachinteresse Physik von Lernenden.* Vortrag zur Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP). Hamburg, Deutschland.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2023). *Interesse an Physikunterricht aus einer neuen Perspektive - Interessensforschung im Spiegel von E & S.* Vortrag auf dem 113. MNU-Bundeskongress. Koblenz, Deutschland.

- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2023). *Die (Ab-)Wahl von Physik und Zusammenhänge zu Fachinteresse und Brain Type der Lernenden*. Vortrag zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Hannover, Deutschland.
- Laumann, D., **Welberg, J.** & Heinicke S. (2023). Fachwahl von Studierenden im Zusammenhang mit Fachinteresse und Brain Type. Vortrag zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Hannover, Deutschland.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2022). *Interesse an Physik unter Berücksichtigung des Brain Types*. Vortrag zum Doktorierendenkolloquium der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP). Blaubeuren, Deutschland.
- Heinicke, S., **Welberg, J.** & Laumann, Daniel. (2022). *Ein neuer Blick auf Interesse und Physik*. Vortrag auf der Jahrestagung des MNU-Landesverbands Berlin/Brandenburg. Virtuelle Jahrestagung.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2022). *Empathisierendes und systematisierendes Denken in der Sekundarstufe I - Entwicklung eines schülergeeigneten Testinstrumentes*. Vortrag zur Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP). Aachen, Deutschland.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2022). *Empathisierendes oder systematisches Denken im Physikunterricht? Testentwicklung für Lernende der Sekundarstufe I*. Vortrag zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Virtuelle Frühjahrstagung.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2021). *Physik – Wen interessiert denn das?*. Vortrag im Rahmen des Forschungsseminars für Promovierende der Naturwissenschaftsdidaktiken. Universität Münster, Deutschland.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2021). *Wen interessiert denn das? Studien zu Interessen im Physikunterricht*. Poster zur Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP). Virtuelle Jahrestagung.
- **Welberg, J.,** Laumann, D. & Heinicke, S. (2021). *„Und für wen ist dieser Kontext?“ Studien zu Kontexten und Interessen im Physikunterricht unter Beachtung von Gender und Selbstkonzept*. Poster zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Virtuelle Frühjahrstagung.

Bisher erschienene Bände der Reihe
Studien zum Physik- und Chemielernen

ISSN 1614-8967

Vollständige Übersicht auf unserer Website



<https://www.logos-verlag.de/spcl>

Aktuelle Bände

- 310 Wolfgang Becker (2021): Auswirkungen unterschiedlicher experimenteller Repräsentationen auf den Kenntnisstand bei Grundschulkindern
ISBN 978-3-8325-5255-8 50.00 EUR
- 311 Marvin Rost (2021): Modelle als Mittel der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. Entwicklung und quantitative Dimensionalitätsanalyse eines Testinstruments aus epistemologischer Perspektive
ISBN 978-3-8325-5256-5 44.00 EUR (open access)
- 312 Christina Kobl (2021): Förderung und Erfassung der Reflexionskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5259-6 41.00 EUR (open access)
- 313 Ann-Kathrin Beretz (2021): Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts. eine Videostudie in den Fächern Physik und Mathematik
ISBN 978-3-8325-5288-6 45.00 EUR (open access)
- 314 Judith Breuer (2021): Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen. Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik
ISBN 978-3-8325-5293-0 50.50 EUR (open access)
- 315 Michaela Oettle (2021): Modellierung des Fachwissens von Lehrkräften in der Teilchenphysik. Eine Delphi-Studie
ISBN 978-3-8325-5305-0 57.50 EUR (open access)
- 316 Volker Brüggemann (2021): Entwicklung und Pilotierung eines adaptiven Multistage-Tests zur Kompetenzerfassung im Bereich naturwissenschaftlichen Denkens
ISBN 978-3-8325-5331-9 40.00 EUR (open access)
- 317 Stefan Müller (2021): Die Vorläufigkeit und soziokulturelle Eingebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. Kritische Reflexion, empirische Befunde und fachdidaktische Konsequenzen für die Chemielehrer*innenbildung
ISBN 978-3-8325-5343-2 63.00 EUR

- 318 Laurence Müller (2021): Alltagsentscheidungen für den Chemieunterricht erkennen und Entscheidungsprozesse explorativ begleiten
ISBN 978-3-8325-5379-1 59.00 EUR
- 319 Lars Ehlert (2021): Entwicklung und Evaluation einer Lehrkräftefortbildung zur Planung von selbstgesteuerten Experimenten
ISBN 978-3-8325-5393-7 41.50 EUR (open access)
- 320 Florian Seiler (2021): Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der experimentellen Planungskompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5397-5 47.50 EUR (open access)
- 321 Nadine Boele (2021): Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung von (angehenden) Chemielehrkräften hinsichtlich der Lernunterstützung
ISBN 978-3-8325-5402-6 46.50 EUR
- 322 Franziska Zimmermann (2022): Entwicklung und Evaluation digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-5410-1 49.50 EUR
- 323 Lars-Frederik Weiß (2021): Der Flipped Classroom in der Physik-Lehre. Empirische Untersuchungen in Schule und Hochschule
ISBN 978-3-8325-5418-7 51.00 EUR
- 324 Tilmann Steinmetz (2021): Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik. Theorie und Evaluation eines Lehrkonzepts
ISBN 978-3-8325-5421-7 51.50 EUR
- 325 Kübra Nur Celik (2022): Entwicklung von chemischem Fachwissen in der Sekundarstufe I. Validierung einer Learning Progression für die Basiskonzepte „Struktur der Materie“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ im Kompetenzbereich „Umgang mit Fachwissen“
ISBN 978-3-8325-5431-6 55.00 EUR
- 326 Matthias Ungermann (2022): Förderung des Verständnisses von Nature of Science und der experimentellen Kompetenz im Schüler*innen-Labor Physik in Abgrenzung zum Regelunterricht
ISBN 978-3-8325-5442-2 55.50 EUR
- 327 Christoph Hoyer (2022): Multimedial unterstütztes Experimentieren im webbasierten Labor zur Messung, Visualisierung und Analyse des Feldes eines Permanentmagneten
ISBN 978-3-8325-5453-8 45.00 EUR
- 328 Tobias Schüttler (2022): Schülerlabore als interessefördernde authentische Lernorte für den naturwissenschaftlichen Unterricht nutzen
ISBN 978-3-8325-5454-5 50.50 EUR
- 329 Christopher Kurth (2022): Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5457-6 58.50 EUR

- 330 Dagmar Michna (2022): Inklusiver Anfangsunterricht Chemie. Entwicklung und Evaluation einer Unterrichtseinheit zur Einführung der chemischen Reaktion
ISBN 978-3-8325-5463-7 49.50 EUR
- 331 Marco Seiter (2022): Die Bedeutung der Elementarisierung für den Erfolg von Mechanikunterricht in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5471-2 66.00 EUR
- 332 Jörn Hägele (2022): Kompetenzaufbau zum experimentbezogenen Denken und Arbeiten. Videobasierte Analysen zu Aktivitäten und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe bei der Bearbeitung von fachmethodischer Instruktion
ISBN 978-3-8325-5476-7 56.50 EUR (open access)
- 333 Erik Heine (2022): Wissenschaftliche Kontroversen im Physikunterricht. Explorationsstudie zum Umgang von Physiklehrkräften und Physiklehramtsstudierenden mit einer wissenschaftlichen Kontroverse am Beispiel der Masse in der Speziellen Relativitätstheorie
ISBN 978-3-8325-5478-1 48.50 EUR (open access)
- 334 Simon Goertz (2022): Module und Lernzirkel der Plattform FLexKom zur Förderung experimenteller Kompetenzen in der Schulpraxis. Verlauf und Ergebnisse einer Design-Based Research Studie
ISBN 978-3-8325-5494-1 66.50 EUR
- 335 Christina Toschka (2022): Lernen mit Modellexperimenten. Empirische Untersuchung der Wahrnehmung und des Denkens in Analogien beim Umgang mit Modellexperimenten
ISBN 978-3-8325-5495-8 50.00 EUR (open access)
- 336 Alina Behrendt (2022): Chemiebezogene Kompetenzen in der Übergangsphase zwischen dem Sachunterricht der Primarstufe und dem Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5498-9 40.50 EUR (open access)
- 337 Manuel Daiber (2022): Entwicklung eines Lehrkonzepts für eine elementare Quantenmechanik. Formuliert mit In-Out Symbolen
ISBN 978-3-8325-5507-8 48.50 EUR
- 338 Felix Pawlak (2022): Das Gemeinsame Experimentieren (an-)leiten. Eine qualitative Studie zum chemiespezifischen Classroom-Management
ISBN 978-3-8325-5508-5 46.50 EUR
- 339 Liza Dopatka (2022): Konzeption und Evaluation eines kontextstrukturierten Unterrichtskonzeptes für den Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht
ISBN 978-3-8325-5514-6 69.50 EUR
- 340 Arne Bewersdorff (2022): Untersuchung der Effektivität zweier Fortbildungsformate zum Experimentieren mit dem Fokus auf das Unterrichtshandeln
ISBN 978-3-8325-5522-1 39.00 EUR (open access)

- 341 Thomas Christoph Münster (2022): Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen?. Eine Videostudie zur Mechanik
ISBN 978-3-8325-5534-4 44.50 EUR (open access)
- 342 Ines Komor (2022): Förderung des symbolisch-mathematischen Modellverständnisses in der Physikalischen Chemie
ISBN 978-3-8325-5546-7 46.50 EUR
- 343 Verena Petermann (2022): Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen von Fachinhalten und Fachmethoden und deren Beziehung zu unterrichtsnahem Handeln
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 EUR (open access)
- 344 Jana Heinze (2022): Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5553-5 42.00 EUR (open access)
- 345 Jannis Weber (2022): Mathematische Modellbildung und Videoanalyse zum Lernen der Newtonschen Dynamik im Vergleich
ISBN 978-3-8325-5566-5 68.00 EUR (open access)
- 346 Fabian Sterzing (2022): Zur Lernwirksamkeit von Erklärvideos in der Physik. Eine Untersuchung in Abhängigkeit von ihrer fachdidaktischen Qualität und ihrem Einbettungsformat
ISBN 978-3-8325-5576-4 52.00 EUR (open access)
- 347 Lars Greitemann (2022): Wirkung des Tablet-Einsatzes im Chemieunterricht der Sekundarstufe I unter besonderer Berücksichtigung von Wissensvermittlung und Wissenssicherung
ISBN 978-3-8325-5580-1 50.00 EUR
- 348 Fabian Poensgen (2022): Diagnose experimenteller Kompetenzen in der laborpraktischen Chemielehrer*innenbildung
ISBN 978-3-8325-5587-0 48.00 EUR
- 349 William Lindlahr (2023): Virtual-Reality-Experimente. Entwicklung und Evaluation eines Konzepts für den forschend-entwickelnden Physikunterricht mit digitalen Medien
ISBN 978-3-8325-5595-5 49.00 EUR
- 350 Bert Schlüter (2023): Teilnahmemotivation und situationales Interesse von Kindern und Eltern im experimentellen Lernsetting KEMIE
ISBN 978-3-8325-5598-6 43.00 EUR
- 351 Katharina Nave (2023): Charakterisierung situativer mentaler Modellkomponenten in der Chemie und die Bildung von Hypothesen. Eine qualitative Studie zur Operationalisierung mentaler Modellkomponenten für den Fachbereich Chemie
ISBN 978-3-8325-5599-3 43.00 EUR
- 352 Anna B. Bauer (2023): Experimentelle Kompetenz Physikstudierender. Entwicklung und erste Erprobung eines performanzorientierten Kompetenzstrukturmodells unter Nutzung qualitativer Methoden
ISBN 978-3-8325-5625-9 47.00 EUR (open access)

- 353 Jan Schröder (2023): Entwicklung eines Performanztests zur Messung der Fähigkeit zur Unterrichtsplanung bei Lehramtsstudierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5655-6 46.50 EUR
- 354 Susanne Gerlach (2023): Aspekte einer Fachdidaktik Körperpflege. Ein Beitrag zur Standardentwicklung
ISBN 978-3-8325-5659-4 45.00 EUR
- 355 Livia Murer (2023): Diagnose experimenteller Kompetenzen beim praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten. Vergleich verschiedener Methoden und kognitive Validierung eines Testverfahrens
ISBN 978-3-8325-5657-0 41.50 EUR (open access)
- 356 Andrea Maria Schmid (2023): Authentische Kontexte für MINT-Lernumgebungen. Eine zweiteilige Interventionsstudie in den Fachdidaktiken Physik und Technik
ISBN 978-3-8325-5605-1 57.00 EUR (open access)
- 357 Julia Ortmann (2023): Bedeutung und Förderung von Kompetenzen zum naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten in universitären Praktika
ISBN 978-3-8325-5670-9 37.00 EUR (open access)
- 358 Axel-Thilo Prokop (2023): Entwicklung eines Lehr-Lern-Labors zum Thema Radioaktivität. Eine didaktische Rekonstruktion
ISBN 978-3-8325-5671-6 49.50 EUR
- 359 Timo Hackemann (2023): Textverständlichkeit sprachlich variiert physikbezogener Sachtexte
ISBN 978-3-8325-5675-4 41.50 EUR (open access)
- 360 Dennis Dietz (2023): Vernetztes Lernen im fächerdifferenzierten und integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht aufgezeigt am Basiskonzept Energie. Eine Studie zur Analyse der Wirksamkeit der Konzeption und Implementation eines schulinternen Curriculums für das Unterrichtsfach „Integrierte Naturwissenschaften 7/8“
ISBN 978-3-8325-5676-1 49.50 EUR
- 361 Ann-Katrin Krebs (2023): Vielfalt im Physikunterricht. Zur Wirkung von Lehrkräftefortbildungen unter Diversitätsaspekten
ISBN 978-3-8325-5672-3 65.50 EUR (open access)
- 362 Simon Kaulhausen (2023): Strukturelle Ursachen für Klausurmisserfolg in Allgemeiner Chemie an der Universität
ISBN 978-3-8325-5699-0 37.50 EUR (open access)
- 363 Julia Eckoldt (2023): Den (Sach-)Unterricht öffnen. Selbstkompetenzen und motivationale Orientierungen von Lehrkräften bei der Implementation einer Innovation untersucht am Beispiel des Freien Explorierens und Experimentierens
ISBN 978-3-8325-5663-1 48.50 EUR (open access)

- 364 Albert Teichrow (2023): Physikalische Modellbildung mit dynamischen Modellen
ISBN 978-3-8325-5710-2 58.50 EUR (open access)
- 365 Sascha Neff (2023): Transfer digitaler Innovationen in die Schulpraxis. Eine explorative Untersuchung zur Förderung der Implementation
ISBN 978-3-8325-5687-7 59.00 EUR (open access)
- 366 Rahel Schmid (2023): Verständnis von Nature of Science-Aspekten und Umgang mit Fehlern von Schüler*innen der Sekundarstufe I. Am Beispiel von digital-basierten Lernprozessen im informellen Lernsetting Smartfeld
ISBN 978-3-8325-5722-5 53.50 EUR (open access)
- 367 Dennis Kirstein (2023): Individuelle Bedingungs- und Risikofaktoren für erfolgreiche Lernprozesse mit kooperativen Experimentieraufgaben im Chemieunterricht. Eine Untersuchung zum Zusammenhang von Lernvoraussetzungen, Lerntätigkeiten, Schwierigkeiten und Lernerfolg beim Experimentieren in Kleingruppen der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5729-4 50.50 EUR (open access)
- 368 Frauke Düwel (2024): Argumentationslinien in Lehr-Lernkontexten. Potenziale englischer Fachtexte zur Chromatografie und deren hochschuldidaktische Einbindung
ISBN 978-3-8325-5731-7 63.00 EUR (open access)
- 369 Fabien Güth (2023): Interessenbasierte Differenzierung mithilfe systematisch variierten Kontextaufgaben im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5737-9 48.00 EUR (open access)
- 370 Oliver Grewe (2023): Förderung der professionellen Unterrichtswahrnehmung und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen hinsichtlich sprachsensibler Maßnahmen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Konzeption und Evaluation einer video- und praxisbasierten Lehrveranstaltung im Masterstudium
ISBN 978-3-8325-5738-6 44.50 EUR (open access)
- 371 Anna Nowak (2023): Untersuchung der Qualität von Selbstreflexionstexten zum Physikunterricht. Entwicklung des Reflexionsmodells REIZ
ISBN 978-3-8325-5739-3 59.00 EUR (open access)
- 372 Dominique Angela Holland (2023): Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) kooperativ gestalten. Vergleich monodisziplinärer und interdisziplinärer Kooperation von Lehramtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Reflexion von Online-BNE-Unterricht
ISBN 978-3-8325-5760-7 47.00 EUR (open access)
- 373 Renan Marcello Vairo Nunes (2024): MINT-Personal an Schulen. Eine Untersuchung der Arbeitssituation und professionellen Kompetenzen von MINT-Lehrkräften verschiedener Ausbildungswege
ISBN 978-3-8325-5778-2 51.00 EUR (open access)
- 374 Mats Kieserling (2024): Digitalisierung im Chemieunterricht. Entwicklung und Evaluation einer experimentellen digitalen Lernumgebung mit universeller Zugänglichkeit
ISBN 978-3-8325-5786-7 45.50 EUR

- 375 Cem Aydin Salim (2024): Die Untersuchung adaptiver Lernsettings im Themenbereich „Schwimmen und Sinken“ im naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-5787-4 49.00 EUR (open access)
- 376 Novid Ghassemi (2024): Evaluation eines Lehramtsmasterstudiengangs mit dem Profil Quereinstieg im Fach Physik. Erkenntnisse zu Eingangsbedingungen, professionellen Kompetenzen und Aspekten individueller Angebotsnutzung
ISBN 978-3-8325-5789-8 41.50 EUR (open access)
- 377 Martina Flurina Cavelti (2024): Entwicklung und Validierung eines Messinstruments zur Erfassung der Schülerkompetenzen im Bereich des wissenschaftlichen Skizzierens im Fach Chemie in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5829-1 45.00 EUR (open access)
- 378 Tom Bleckmann (2024): Formatives Assessment auf Basis von maschinellern Lernen. Eine Studie über automatisiertes Feedback zu Concept Maps aus dem Bereich Mechanik
ISBN 978-3-8325-5842-0 46.50 EUR (open access)
- 379 Jana Marlies Rehberg (2024): Das physikspezifische Mindset zum Studienbeginn. Fragebogenentwicklung und Aufbau einer Online-Intervention
ISBN 978-3-8325-5850-5 59.50 EUR (open access)
- 380 Florian Trauten (2024): Entwicklung und Evaluation von automatisierten Feedbackschleifen in Online-Aufgaben im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5859-8 46.00 EUR (open access)
- 381 Johanna Dejanovikj (2024): Reflexion als Lerngegenstand im Unterricht zur Förderung von Bewertungskompetenz
ISBN 978-3-8325-5860-4 41.00 EUR (open access)
- 382 Katharina Flieser (2024): Verständlichkeit physikalischer Sachtexte. Untersuchungen zum Wirkungsgefüge zwischen sprachlicher Textgestaltung und der Behaltensleistung sowie der Textwahrnehmung im Schulfach Physik
ISBN 978-3-8325-5858-1 44.00 EUR (open access)
- 383 Stephanie Neppl (2024): Perspektivenübernahme im Physikunterricht. Explorative Interviewstudie zu einer Seminarkonzeption mit dem Schwerpunkt Perspektivenübernahme bei der Planung von Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-5865-9 48.00 EUR (open access)
- 384 Katja Plicht (2024): Ein Physikübungskonzept zur Förderung der Problemlösekompetenz. Entwicklung und empirische Evaluation eines Strategietrainings auf der Basis von Expertisemerkmalen
ISBN 978-3-8325-5875-8 45.00 EUR (open access)
- 385 Svenja Boegel (2024): Feedback beim Experimentieren: Zur Rolle von Cognitive Load und Motivation
ISBN 978-3-8325-5911-3 45.50 EUR (open access)

- 386 Laura Pannullo (2025): Wahlmöglichkeiten beim Experimentieren: Entwicklung und Erprobung eines Konzeptes für Experimente in inklusiven Lerngruppen im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-5916-8 46.50 EUR (open access)
- 387 Matthias Schweinberger (2025): „Stumme Videos“. Aufmerksamkeitslenkende Moderation von Demonstrationsexperimenten
ISBN 978-3-8325-5930-4 50.50 EUR
- 388 Rike Große-Heilmann (2025): Entwicklung fachdidaktischen Wissens zum Einsatz digitaler Medien im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5943-4 51.00 EUR (open access)
- 389 Lion Cornelius Glatz (2025): Eine vergleichende Betrachtung der Überzeugungskraft von Experimenten zum Teilchenmodell
ISBN 978-3-8325-5954-0 42.00 EUR (open access)
- 390 Rasmus Viefers (2025): Förderung der Variablenkontrollstrategie im Sachunterricht
ISBN 978-3-8325-5968-7 44.50 EUR (open access)
- 391 Luc Broder Albrecht (2025): Kritisches Denken in der Chemielehrer*innenbildung. Eine konzeptionell-empirische Studie zur Integration und Operationalisierung
ISBN 978-3-8325-5970-0 57.00 EUR (open access)
- 392 Anna Weißbach (2025): Reflexion von Physikunterricht. Entwicklung und Validierung eines Testinstruments mit Assessment-Feedback zur Reflexionsfähigkeit Physik-Lehramtsstudierender
ISBN 978-3-8325-5977-9 51.50 EUR (open access)
- 393 Robert Gieske (2025): Förderung fachwissenschaftlicher und kommunikativer Kompetenzen von Schüler*innen durch Disaggregate Instruction im Fach Chemie. Konzeption und Durchführung einer vergleichenden Interventionsstudie zur Analyse der Wirksamkeit sprachsensibler Unterrichtsansätze in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5984-7 51.00 EUR (open access)
- 394 Thomas Sean Weatherby (2025): Talking Circuits. The Development and Assessment of a Digitally-Scaffolded, Collaborative Method for Teaching and Learning Electrical Circuits in Early Secondary Schools
ISBN 978-3-8325-6008-9 57.00 EUR (open access)
- 395 Julia Welberg (2025): Wen interessiert's? Quantitative Untersuchungen der Zusammenhänge der Neigungen zu empathisierender und systematisierender Denkweise und Interesse an Physik
ISBN 978-3-8325-6021-8 42.00 EUR (open access)

Vollständige Übersicht unter: <https://www.logos-verlag.de/spcl>

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder telefonisch (030 - 42 85 10 90) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf und Mathias Ropohl

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung im deutschsprachigen Raum.

Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

Kontaktadressen:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
Universität Wien,
Österreichisches Kompetenzzentrum
für Didaktik der Physik,
Porzellangasse 4, Stiege 2,
1090 Wien, Österreich,
Tel. +43-1-4277-60330,
e-mail: martin.hopf@univie.ac.at

Prof. Dr. Mathias Ropohl
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen,
Tel. 0201-183 2704,
e-mail: mathias.ropohl@uni-due.de

Das Physikinteresse hängt nach der Person-Gegenstands-Theorie stark mit Personenmerkmalen zusammen. Erste Studien zeigen das Potential der Empathizing-Systemizing-Theory, die zwei Denkweisen – Systeme zu erfassen bzw. auf Emotionen angemessen zu reagieren – unterscheidet, für ein Verständnis des Physikinteresses. Umfassende Studien fehlen jedoch bislang.

Für vertiefende Studien zum Zusammenhang zwischen Denkweisen und Physikinteresse wurde daher ein psychologisches Instrument zielgruppenspezifisch adaptiert ($N = 3.683$) und in vier Studien mit Schüler:innen der Sekundarstufen I und II eingesetzt ($N_{\text{Gesamt}} = 2.244$).

Zunächst wurde mittels Pfadmodellen geprüft, wie sich Fachinteresse verschiedener Fächer durch Merkmale (Denkweisen, Gender) modellieren lässt und im Anschluss für Physik durch den Einbezug der Kurswahl erweitert. Inwiefern die Wahrnehmung empathisierender Elemente im Physik- und Politikunterricht das Physikinteresse beeinflusst, wurde nachfolgend untersucht, bevor abschließend Unterschiede im Sachinteresse an empathisierend oder systematisierend formulierten Kontexten analysiert wurden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Berücksichtigung der Denkweisen neben Gender differenziertere Analysen des Physikinteresses ermöglicht und neue Impulse, wie z. B. Berücksichtigung empathisierender Elemente, für Physikunterricht liefert. Damit leistet die Arbeit einen ersten Schritt zum erweiterten Einbezug von Personenmerkmalen und zeigt, dass speziell die systematisierende Denkweise als Merkmal lohnend ist.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-6021-8