

Universität Stuttgart
Institut für Erziehungswissenschaft



Evaluation zur Feststellung der Effekte des Programms „Junior-Ingenieur-Akademie“

Abschlussbericht

Juni 2024

Kathrin Pape (M.Sc.), Michael Weber (B.A.) & Prof. Dr. Kristina Kögler
*Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft,
Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik
Geschwister-Scholl-Str. 24D, 70174 Stuttgart*

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage, Zielsetzung und Fragestellungen	1
2	Forschungs- und Erhebungsdesign	4
2.1	Längsschnitt 1	5
2.1.1	Stichprobe und Messzeitpunkte	5
2.1.2	Erhebungsinstrument: Fragebogen.....	6
2.1.3	Erhebungsinstrument: Fachtest	9
2.2	Längsschnitt 2	12
2.2.1	Stichprobe und Messzeitpunkte	12
2.2.2	Erhebungsinstrument: Fragebogen.....	14
2.2.3	Erhebungsinstrument: Fachtest	14
2.3	Längsschnitt 3	15
2.3.1	Stichprobe und Messzeitpunkte	15
2.3.2	Erhebungsinstrument: Fragebogen.....	17
2.3.3	Erhebungsinstrument: Fachtest	18
3	Zentrale Ergebnisse der Evaluation und Prüfung der Hypothesen	20
3.1	Effekte der JIA auf nicht-kognitive Schülermerkmale	21
3.1.1	Fähigkeitsselbstkonzept und Fachinteresse	21
3.1.2	Berufliches Interesse	23
3.1.3	Nachhaltigkeit der Effekte	24
3.2	Fachkompetenzerwerb	26
3.2.1	Ergebnisse des Fachtests in Längsschnitt 1.....	26
3.2.2	Ergebnisse des Fachtests in Längsschnitt 3.....	27
3.3	Wahrgenommene Durchführungsqualität der JIA	29
3.3.1	Binnendifferenzierung bezüglich der Eingangswerte	29
3.3.2	Binnendifferenzierung im Gendervergleich	31
3.3.3	Einflüsse auf Interesse und berufliche Perspektiven	32
4	Zusammenfassung und Fazit	35
4.1	Entwicklung von Interessen und Kompetenzen im Bereich Technik.....	35
4.2	Wirksamkeit und Einflüsse auf die Entwicklung von Interessen und Kompetenzen.....	36
4.3	Gesamtfazit.....	36

Literaturverzeichnis	38
Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Pseudolängsschnitt durch Längsschnitt 1 und Längsschnitt 2	13
Abbildung 2 Paralleler Aufbau von Längsschnitt 1 und Längsschnitt 3	15
Abbildung 3 Entwicklung des Fachinteresses in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)...	21
Abbildung 4 Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts (absolut) in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts).....	22
Abbildung 5 Entwicklung der beruflichen Interessen in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)	23
Abbildung 6 Perspektive zur Berufswahl im MINT-Bereich	25
Abbildung 7 Perspektive zur Berufswahl im MINT-Bereich im Vergleich zu SuS des NWT-Unterrichts	25
Abbildung 8 Mittlere Lösungsquote in % (Längsschnitt 1).....	27
Abbildung 9 Mittlere Lösungsquote in % (Längsschnitt 3).....	28
Abbildung 10 Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts (links) und Kompetenzerlebens (rechts) ...	30
Abbildung 11 Fähigkeitsselbstkonzept (sozial) im Geschlechtervergleich	31
Abbildung 12 Regressionsmodell zu Einflussfaktoren auf die Berufswahl.....	33
Abbildung 13 Regressionsmodell zu Einflussfaktoren zum Fachinteresse	34
Abbildung 14 Regressionsmodell zu Einflussfaktoren zum Themeninteresse	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anzahl SuS, differenziert nach JIA und Kontrollgruppe (Längsschnitt 1)	5
Tabelle 2 Fragebogen (Teil 1): Konstrukte, die bei allen SuS in Längsschnitt 1 erhoben wurden	7
Tabelle 3 Fragebogen (Teil 2): Konstrukte zur Evaluation der JIA in Längsschnitt 1	8
Tabelle 4 Themenfelder und Testtest im Fachtest in Längsschnitt 1	10
Tabelle 5 Anzahl SuS, differenziert nach JIA und Kontrollgruppe (Längsschnitt 2)	13
Tabelle 6 Anzahl SuS, differenziert nach JIA und Kontrollgruppe (Längsschnitt 3)	16
Tabelle 7 Fragebogen (Teil 1): Konstrukte, die bei allen SuS in Längsschnitt 3 erhoben wurden	17
Tabelle 8 Fragebogen (Teil 2): Konstrukte zur Evaluation der JIA in Längsschnitt 3	18
Tabelle 9 Themenfelder und Testsets im Fachtest in Längsschnitt 3	19
Tabelle 10 Entwicklung des Fachinteresses in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)	21
Tabelle 11 Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts (absolut) in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)	22
Tabelle 12 Entwicklung des beruflichen Interesses in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)	23
Tabelle 13 Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts (links) und Kompetenzerlebens (rechts)	30

Abkürzungsverzeichnis

AG	<i>Arbeitsgemeinschaft</i>
H	<i>Hypothese</i>
JIA	<i>Junior-Ingenieur-Akademie</i>
KG	<i>Kontrollgruppe</i>
MINT	<i>Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik</i>
MW	<i>Mittelwert</i>
MZP	<i>Messzeitpunkt</i>
NwT	<i>Wahlpflichtfach Naturwissenschaft und Technik</i>
RIASEC	<i>Realistic, Investigative, Artistic, Social, Enterprising, Conventional</i>
SuS	<i>Schülerinnen und Schüler</i>

1 Ausgangslage¹, Zielsetzung und Fragestellungen

Die Junior-Ingenieur-Akademie (JIA) ist als Bildungsmaßnahme nicht in den Regelunterricht eingebunden, sondern ergänzt diesen als Wahlpflichtfach oder Arbeitsgemeinschaft (AG) im Sinne eines außerschulischen MINT-Angebots. Die Forschungslage zu den Effekten außerschulischer Bildungsmaßnahmen im MINT-Bereich ist relativ überschaubar: Nickolaus, Steffensky & Parchmann (2018) identifizieren in ihrer Expertise zum einschlägigen Forschungsstand lediglich zwölf Studien, die in ihrem Design jene Voraussetzungen erfüllen, die notwendig sind, um eventuell beobachtete Effekte der MINT-Angebote als kausal durch die Angebote verursacht zu interpretieren. Diese Studien fokussieren sich vorwiegend auf den naturwissenschaftlichen Bereich, während der technische Bereich bislang weitgehend vernachlässigt wurde. Eine Vergleichbarkeit der Studien sowie ein Transfer der Ergebnisse auf andere MINT-Angebote kann zudem nur bedingt angenommen werden, da sich diese, wie auch Wahlkurse, von (zentralisierten) Lehrplänen loslösen und deshalb hinsichtlich der Inhalt und didaktischen Ausrichtungen sowie standortspezifischen Konzepten variieren, weshalb kaum allgemeingültige Aussagen getroffen werden können. Somit wird eine differenzierte Betrachtung jedes Angebotes notwendig.

Wie viele außerschulische MINT-Angebote generell verfolgt auch die JIA im Besonderen die Zielsetzung, einschlägige Interessen, Selbstkonzepte und beruflichen Orientierungen zu stimulieren. Der Erwerb von einschlägigen Kompetenzen nimmt in diesem Kontext eine eher nachgeordnete Rolle ein, weshalb hierzu, selbst unter Einbezug des Forschungsstandes, nur limitierte Aussagemöglichkeiten bestehen. Nachweislich können zwar innerhalb der Maßnahmen Lerngelegenheiten zum selbstständigen Experimentieren, die Konfrontation mit authentischen (adaptiven) Problemstellungen sowie der Austausch mit außerschulischen Akteurinnen und Akteuren, und die Ermöglichung positiver Lernerfahrungen zu dieser Zielerreichung beitragen, sodass sich (zumindest temporär) Effekte einstellen, diese lassen sich jedoch in Follow-Up-Erhebungen dann nicht mehr nachweisen.

Die JIA hebt sich von anderen außerschulischen MINT-Angeboten durch die vergleichsweise lange Interventionsdauer von circa zwei Jahren ab, sodass günstige Voraussetzungen für die (langfristige) Zielerreichung, sowohl hinsichtlich der positiven Auswirkungen auf Interessen, Selbstkonzepte und berufliche Orientierungen als auch auf den Kompetenzerwerb zu erwarten sind.

Ausgehend von dem Forschungsdesiderat der Abschätzung von Effekten außerschulischer Angeboten im Bereich Technik bilden für die Evaluation der JIA nachstehende Fragestellungen das Erkenntnisinteresse ab:

- a) Lassen sich für jene Schülerinnen und Schüler, die in die Junior-Ingenieur-Akademie eingebunden sind, bezogen auf die Interessen, Selbstkonzepte und beruflichen Orientierungen positive Effekte beobachten? Zeigen sich dabei gegebenenfalls Abhängigkeiten von der Dauer der Maßnahmenbeteiligung?

¹ Für die Fundierung der Argumente sei hinsichtlich der Beschreibung der Ausgangslage auf Aeschlimann et. al. (2015), Mokhonko (2016), Musold (2017), Schneider et. al. (2022), Seidel & Reiss (2016), Winkelmann (2020), Lutz et. al. (2023), Ziefle & Jakobs (2009) verwiesen.

- b) Erweisen sich diese Effekte der außerschulischen Maßnahmen im Bereich der Interessen, Selbstkonzepte und beruflichen Orientierungen abhängig von schulischen und familiären Lerngelegenheiten?
- c) Lassen sich bei Schülerinnen und Schülern mit mittleren Interessen- und Selbstkonzeptausprägungen zu Beginn der Maßnahmen stärkere Entwicklungsdynamiken beobachten als bei jenen, die bereits zu Beginn stark interessiert sind und ein ausgeprägtes Selbstkonzept besitzen?
- d) Sind die Effekte nachhaltig?
- e) Welche Kompetenzzuwächse werden durch die Teilnahme an den Angeboten der Junior-Ingenieur-Akademie evoziert?
- f) Inwieweit lassen sich im Kompetenzbereich über den engen Kern der Lehrangebote hinaus Effekte auf die Kompetenzentwicklung beobachten?

Zur Klärung der Forschungsfragen wurden folgende Hypothesen (H) formuliert, die in Kapitel 3 untersucht und geprüft werden:

- H1: Die Versuchsgruppe zeigt bezogen auf die fachlichen Interessen über die Zeit hinweg günstigere Verläufe in der Interessen- und Selbstkonzeptentwicklung als die Kontrollgruppe.
- H2: In der Versuchsgruppe gelingt es, berufliche Interessen im MINT-Bereich eher zu stabilisieren bzw. positiv zu stimulieren als in der Kontrollgruppe.
- H3: Die Effekte erweisen sich bezogen auf Interessen, Selbstkonzepte und berufliche Orientierungen als abhängig von den parallelen Lerngelegenheiten im Unterricht und familiären Umfeld.
- H4: Die Effekte im Interessenbereich sind bei jenen Jugendlichen mit mittleren Ausprägungen zu Beginn der Maßnahme größer als bei jenen mit stark ausgeprägten Interessen.
- H5: Die Effekte sind nachhaltig.
- H6: Es lassen sich vor allem in den curricular abgedeckten Bereichen substantielle Kompetenzzuwächse beobachten.
- H7: Es lassen sich bei der Versuchsgruppe Transferleistungen zwischen Kompetenzbereichen beobachten, die umso größer sind, je affiner die Anforderungsbereiche und je höher der erreichte Wissensstand im Kernbereich ist.

Gegenüber den JIA-Lehrenden wurden die zentralen Fragestellungen und damit einhergehenden Zielsetzungen der Evaluation stichpunktartig auf die folgenden drei Kernpunkte komprimiert:

- Entwicklung von Interessen und Kompetenzen im Bereich Technik
- Wirksamkeit und Einflüsse der Junior-Ingenieur-Akademie auf das technische Interesse
- Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Interessen und Kompetenzen

Im Verlauf des Evaluationsprojekts wurden zwei weitere Forschungsdesiderate identifiziert, aus denen sich Fragestellungen ableiten, die im Rahmen der JIA zu untersuchen sind, jedoch bei der Konzeption der Projektskizze zu Beginn des Projekts noch keine Berücksichtigung fanden: Fragen der Genderasymmetrie und die Effekte der Covid19-Pandemie.

Der Forschungsstand zur Genderasymmetrie belegt, dass insbesondere die Mädchen im MINT-Kontext benachteiligt sind. Durch gesellschaftliche Geschlechterstereotype,² welche besonders während der Pubertät im Zuge der Rollenfindung für die Jugendlichen bedeutsam werden, sinkt die Begeisterung der Mädchen für technische Inhalte häufig über die Schulzeit hinweg (Schäffer 1999). Zudem holt der schulische MINT-Unterricht, insbesondere im Fach Physik, die Schülerinnen nicht in ihrem Themeninteresse ab. Für Jungen ist der rein technische Kontext ausreichend, während für Mädchen zusätzliche Bezüge und die damit verbundenen Relevanzzuschreibungen bedeutsam sind, weshalb Mädchen vor allem technische Themen mit gesellschaftlichem und/oder biologischen bzw. medizinischen Bezügen präferieren (z.B. Medizintechnik, künstliche Organe, Energiegewinnungsformen / erneuerbare Energien). In Verbindung mit geschlechertypischen Attributionsmustern entsteht die Gefahr einer „Abwärtsspirale“ bei den Mädchen, welche die Genderasymmetrie verstärkt: Bei den Jungen wird Erfolg zumeist auf interne Faktoren zurückgeführt (individuelle Fähigkeiten, gelungene Vorbereitung, etc.), Misserfolg hingegen auf externe Faktoren (Pech, schwere Klassenarbeit, etc.). Dies führt zu gestärkten Selbstkonzepten sowie einer gestärkten Leistungsmotivation und Fehlertoleranz, was sich wiederum positiv auf die Attribution von Erfolg und Misserfolg auswirkt. Bei Mädchen wird Erfolg jedoch häufig auf externe Faktoren zurückgeführt (Glück, einfache Klassenarbeit, etc.), während Misserfolg auf interne Faktoren zurückgeführt wird (geringe Fähigkeiten, unzureichendes Verständnis, etc.). Dies führt zu geringeren Selbstkonzepten sowie einer geminderten Leistungsmotivation und Fehlertoleranz, was sich wiederum negativ auf die Attribution von Erfolg und Misserfolg auswirkt. Dadurch schließen Mädchen, im Vergleich zu den Jungen, früher und konsequenter Berufe im MINT-Bereich aus. Sowohl aus der gesellschaftlichen Perspektive³ als auch mit Fokus auf das Individuum⁴ ist es nicht (mehr) haltbar, den Rückgang von Interessen und Fähigkeitsselbstkonzepten bei einzelnen Personengruppen als gegeben hinzunehmen. Entsprechend stellt sich die Frage, inwiefern die JIA ihren Beitrag leistet, diese Stereotype und damit die Genderasymmetrie abzubauen.

Dass für den Projektverlauf eine Pandemie mit entsprechenden Begleiteffekten einzukalkulieren ist, konnte niemand im Vorfeld erwarten, weshalb sowohl in der Evaluationsdurchführung Anpassungen vorzunehmen waren als auch bezüglich der Auswertungen mit Unsicherheiten umgegangen werden musste. In diesem unsicheren und dynamischen Forschungsumfeld war ein exploratives Vorgehen erforderlich, wobei im Fokus die Frage stand, welche Auswirkungen der Covid19-Pandemie auf die Umsetzung des JIA-Unterrichts (Home-Schooling und die damit verbundene Anpassung hinsichtlich der

² Beeinflusst unter anderem durch die Verinnerlichung des Verständnisses von Technik als männliche Domäne und damit der Einordnung als „unweiblich“, sowie der Konfrontation mit Aussagen wie „Mädchen müssen nicht gut in Mathe sein“ oder „Jungen haben gut in Physik/Mathematik bzw. in jenen Grundlagen, welche für Technikverständnis relevant sind, zu sein“ aus dem Umfeld und Schlagzeilen, wie „Technische Berufe - Warum Frauen es in MINT-Fächern schwer haben“ (ZDF 2023).

³ Aus unserem Alltag und den Medien sind die Themenschwerpunkte Fachkräftemangel und Rückgang von Studienanfänger*innen, sowohl im Allgemeinen als auch mit besonderer Betonung des MINT-Bereichs, nicht mehr wegzudenken (vgl. beispielsweise Tagesschau 2023; Statistisches Bundesamt 2022; Statistisches Bundesamt 2023). Diese Problemfelder waren zu Projektbeginn genauso präsent wie sie es heutzutage sind.

⁴ Mit dem JIA-Konzept wird das Ziel verfolgt, alle Lernenden zu erreichen und MINT für alle zugänglich zu machen. Maßnahmen hierfür sind beispielsweise angebotene Workshops zum Thema *Ingenieurwissenschaften mal anders - diversitätsreflexive JIA-Angebote* im Rahmen Jahrestagung Junior-Ingenieur-Akademie 2022 und der dazugehörige Leitfadens zur *Diversitätskompetenz im Technik-Unterricht* (von Diana Drechsel) als Handreichung für JIA-Lehrende.

Hands-on-Komponente) und damit auch auf die untersuchten Effekte und die Evaluation nachzuweisen sind.

Final ist festzuhalten, dass durch die wissenschaftliche Begleitung der Junior-Ingenieur-Akademie zu prüfen ist, inwiefern sich erwartete und gewünschte Effekte⁵ bei den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern (SuS) der JIA hinsichtlich Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, beruflichen Orientierungen und Kompetenzentwicklung statistisch nachweisen lassen.

2 Forschungs- und Erhebungsdesign

Zu Projektbeginn⁶ umfasste das JIA-Netzwerk 96 Schulen, davon 95 in Deutschland, verteilt auf 14 Bundesländer. Inzwischen⁷ hat sich das Netzwerk auf 115 Schulen erweitert, davon 110 Schulen in Deutschland, verteilt auf alle 16 Bundesländer, und 5 Schulen im Ausland. Die meisten der JIA-Schulen sind Gymnasien, vereinzelt sind andere Schultypen wie Gesamtschulen, berufliche Schulen und Mittelschulen vertreten. Die JIA wird vorwiegend als Wahlpflichtprogramm in der Mittelstufe⁸ über die Dauer von zwei Schuljahren angeboten. Einzelne JIA weichen von diesem Konzept ab, indem die JIA beispielsweise als AG konzipiert ist, die allen SuS von Klassenstufe 5 bis Klassenstufe 13 offensteht. In Anlehnung an das Wahlpflichtkonzept mit der Dauer von zwei Jahren war das Forschungsdesign so angelegt, dass die SuS über diese zwei Jahre hinweg wissenschaftlich begleitet werden.

Die thematische Ausrichtung innerhalb der JIA ist vielfältig und variiert je nach Standort: Viele Standorte behandeln innerhalb der JIA mehrere Themenfelder, beispielsweise je ein Schwerpunktthema pro Halb- oder Schuljahr, sodass innerhalb eines JIA-Durchgangs 2 bis 4 Themenfelder unterrichtet werden. Bisweilen ist ein systematischer curricularer Aufbau über die gesamte Dauer gegeben, sodass über zwei Jahre hinweg ein Themenschwerpunkt, beispielsweise Robotertechnik, behandelt wird.

Die Planung des Forschungs- und Erhebungsdesigns sowie die Umsetzung im Rahmen der Evaluation orientierte sich an diesen Besonderheiten der JIA. Zu Beginn wurden alle Schulen im JIA-Netzwerk durch die Deutsche Telekom Stiftung kontaktiert und für das Evaluationsprojekt angefragt. Die Teilnahme an der Evaluation erfolgte freiwillig und eine Nichtteilnahme brachte keinerlei Nachteile mit sich. Im Rahmen der Evaluation nahmen sowohl die SuS aus den JIA-Kursen als auch SuS aus anderen Wahlpflichtkursen (als Kontrollgruppe (KG)) teil, wobei nicht an allen teilnehmenden Schule eine KG gestellt wurde. Sowohl die JIA-SuS, als auch die SuS der KG, bearbeiten im Rahmen der Erhebungen einen Fragebogen als Erhebungsinstrument und der Fachttest beschränkt sich auf die JIA-SuS.

Der jeweilige Zuschnitt der Teilstudien wird folgend in den Kapiteln für Längsschnitt 1 (Kapitel 2.1), Längsschnitt 2 (Kapitel 2.2) und Längsschnitt 3 (Kapitel 2.3) skizziert.

⁵ An dieser Stelle sei betont, dass sich in der Unterrichts- und Evaluationsforschung im MINT-Kontext vorwiegend negative Tendenzen in der Entwicklung von Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und damit zusammenhängenden Konstrukten zeigen. Entsprechend sind sowohl Maßnahmen, die zu einer positiven Entwicklung, als auch solche, die eine Stabilität innerhalb der Konstrukte erhalten, als erfolgreich zu bewerten.

⁶ PDF zur Junior-Ingenieur-Akademie 2018 (Deutsche Telekom Stiftung 2018)

⁷ PDF zur Junior-Ingenieur-Akademie 2024 (Deutsche Telekom Stiftung 2024)

⁸ Je nach Bundesland und Schulform, erstreckt sich das Wahlpflichtprogramm über Klassenstufe 8 und 9 oder über Klassenstufe 9 und 10. Lediglich in Ausnahmefällen erfolgt der Besuch des Wahlpflichtfaches über drei Schuljahre (Klassenstufe 8 bis Klassenstufe 10) hinweg.

2.1 Längsschnitt 1

Längsschnitt 1 umfasst das zu Projektbeginn geplante Forschungs- und Erhebungsdesign, welches in den folgenden Abschnitten, inklusive der erforderlichen Anpassungen während des Forschungsprozesses, beschrieben wird.

2.1.1 Stichprobe und Messzeitpunkte

Ursprünglich waren für Längsschnitt 1 vier Messzeitpunkte (MZP) angedacht, wobei drei dieser MZP innerhalb der JIA-Laufzeit verortet sind und der vierte als Follow-Up dienen sollte:

- MZP 1: Mitte des ersten JIA-Jahres, Schuljahr 2018/2019
- MZP 2: Anfang des zweiten JIA-Jahres, Schuljahr 2019/2020
- MZP 3: Ende des zweiten JIA-Jahres, Schuljahr 2019/2020
- MZP 4 (EDV-gestütztes Follow-Up): Anfang/Mitte Schuljahr 2020/2021

An Längsschnitt 1 nahmen 35 Schulen teil⁹. Ähnlich zur Gesamtverteilung aller JIA-Schulen handelt es sich beim Großteil um Gymnasien (88,6 %) und der geografische Schwerpunkt der erhobenen Schulen liegt in Nordrhein-Westfalen (48,6 %). Von 65,7 % liegt die Informationen vor, dass die JIA als Wahlpflichtfach angeboten wird. Da weitere 31,4 % explizit keine Angabe diesbezüglich gemacht haben, ist davon auszugehen, dass der Prozentsatz weit höher ist, was aus den Erfahrungen von den Erhebungen an den Schulen extrapoliert werden kann.

	MZP 1 Mitte Schuljahr 2018/2019	MZP 2 Anfang Schuljahr 2019/2020	MZP 3 Ende Schuljahr 2019/2020	MZP 4 Anfang/Mitte Schuljahr 2020/2021
Fragebögen insgesamt	812	659	168	nicht durchgeführt
JIA (ca. 60 % männlich)	Fragebogen: 516 Fachtest: 513	Fragebogen: 423 Fachtest: 102	Fragebogen: 86 Fachtest: 79	nicht durchgeführt
Kontrollgruppe (ca. 40-45 % männlich)	Fragebogen: 296	Fragebogen: 236	Fragebogen: 82	nicht durchgeführt
JIA abgebrochen	/	/	Fragebogen: 11	nicht durchgeführt

Tabelle 1 Anzahl SuS, differenziert nach JIA und Kontrollgruppe (Längsschnitt 1)

Die Anzahl der befragten SuS im Zuge von Längsschnitt 1 können Tabelle 1 entnommen werden. Die Erhebungsinstrumente Fragebogen (2.1.2) und Fachtest (2.1.3) sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

⁹ Im Zuge der Planung des Evaluationsprojekts wurden die Teilnahme von etwa 70 Kursen erhofft, was in Kombination mit der Annahme, das pro Kurs circa 12-15 SuS an der JIA teilnehmen, eine Stichprobe von 840-1050 JIA-SuS ergeben hätte. Obwohl nur halb so viele Schulen an der Evaluation teilnahmen, entspricht die Gruppengröße zu MZP 1 fast dem geplanten Minimalwert. Die erwartete Kontrollgruppe in der Größenordnung von 150-250 SuS konnte hingegen erreicht werden.

MZP 1 und MZP 2 konnten planmäßig umgesetzt werden. Die Reduktion der erhobenen Fragebögen zwischen den MZP entspricht einer üblichen Sterblichkeit¹⁰ innerhalb von Studien in schulischen Kontexten. Aufgrund der Covid19-Pandemie, die zwischen MZP 2 und MZP 3 ausgebrochen ist, wurde die JIA an den Schulen teils gar nicht mehr umgesetzt, oder, wie der Regelunterricht, im Rahmen von Home-Schooling durchgeführt. Die Inhalte, insbesondere hinsichtlich der Hands-on-Komponente als bedeutsamer Faktor innerhalb des JIA-Konzepts, mussten entsprechend didaktisch angepasst und ggf. reduziert werden. Kurzzeitig wurde in Erwägung gezogen, die Evaluation abubrechen und keine Erhebung zu MZP 3 durchzuführen. Schließlich fiel die Entscheidung zugunsten der Erhebung, da von großen Interesse war, wie sich die pandemiebedingten Umstände auf die SuS ausgewirkt haben. Für MZP 3 war aufgrund der Covid19-Pandemie lange unklar, wann die Schulen zum Unterricht in Präsenz zurückkehren, wann die JIA wieder regulär stattfindet, wie die Erhebungen durchgeführt werden können und ob eine Anreise durch Testerleiter*innen als außerschulische Personen, häufig sogar aus einem anderen Bundesland, möglich und mit Blick auf gesundheitliche Risiken zu verantworten ist. Der Fragebogen und der Fachtest wurden je als EDV-gestützte Version konstruiert. Die SuS, sowohl der JIA als auch der Kontrollgruppe, erhielt einen entsprechenden Link zur Teilnahme über ihre Lehrkräfte und die Bearbeitung wurde von über der Hälfte der SuS innerhalb des Home-Schoolings durchgeführt bzw. bei weiteren sollte die Erhebung innerhalb des Home-Schoolings durchgeführt werden, jedoch zeigt der geringe Rücklauf, dass dies durch die SuS nicht umgesetzt wurde. Entsprechend zeigt sich hier eine ungewöhnlich hohe Sterblichkeit und entsprechende quantitative Einbußen in den Daten, die durch die Covid19-Pandemie bedingt sind. Längsschnittlich können lediglich 98 SuS im ersten Längsschnitt betrachtet werden, da zu diesen 98 SuS Daten zu allen drei Messzeitpunkten vorliegen. Davon sind 46 JIA-SuS (57 % männlich), 47 SuS der Kontrollgruppe (40 % männlich) und 5 weitere SuS haben die JIA abgebrochen.

Kurzzeitig war im Gespräch, die SuS, die zu MZP 3 nicht erreicht wurden, im Schuljahr 2020/2021 nachzuerheben. Aufgrund der sichtbaren Effekte der Covid19-Pandemie in den Analysen, die die Interpretation zum Effekt der JIA verfälschen, und den eingeschränkten Erhebungsmöglichkeiten im Home-Schooling wurden diese Überlegungen wieder verworfen. Aus äquivalenten Gründen wurde auf das Follow-Up verzichtet, zumal mit Blick auf die erwartete Sterblichkeit die Zahl von 98 SuS im Längsschnitt noch weiter dezimiert worden wäre.

2.1.2 Erhebungsinstrument: Fragebogen

Zu allen drei MZP wurden sowohl den JIA-SuS als auch den SuS der Kontrollgruppe je ein Fragebogen vorgelegt. Der Fragebogen besteht aus mindestens einem, maximal zwei Teilen, wobei jeder dieser Teile mehrere Konstrukte beinhaltet:

Teil 1 des Fragebogens ist für alle SuS zu allen MZP identisch, unabhängig ob JIA oder Kontrollgruppe. Dieser Teil beinhaltete neben der subjektiven Einschätzung zu verschiedenen Konstrukten im Kontext des MINT-Unterrichts (siehe Tabelle 2), demografische Angaben (Geschlecht und Alter), Noten (MINT-Fächer und Deutsch) und das aktuelle Wahlpflichtfach. Die Angaben zum Wahlpflichtfach wurden über

¹⁰ Wissenschaftlicher Fachausdruck für die Reduktion des Stichprobenumfangs zwischen den Messzeitpunkten in Längsschnittstudien. Die Ursachen hierfür können vielfältig sein, beispielsweise Schulabgänge, Wiederholung von Klassenstufen, Umorientierung im Wahlpflichtangebot oder Krankheit zu einem der Messzeitpunkte.

zwei Fragen erhoben, nämlich zur Teilnahme an der JIA¹¹ und, bei Nicht-Teilnahme, die Frage, welchem Bereich¹² das Wahlpflichtfach zuzuordnen ist.¹³ Die Einordnung fast aller Konstrukte¹⁴ erfolgte über eine Skala von 1 (niedrige Ausprägung) bis 5 (hohe Ausprägung). Mit Ausnahme von Stressempfinden und emotionsorientiertem Coping sind hohe Werte bei allen Konstrukten grundsätzlich wünschenswert.

Konstrukte ¹⁵		Anzahl der Items	Reliabilität zu MZP 1 bis MZP 3 (Cronbachs α) ¹⁶
Fachinteresse an Technik		6	0,9
Fähigkeitsselbstkonzept in Bezug auf Technik	absolut	4	0,9
	sozial (im Vergleich zum anderen Geschlecht)	4	0,8 - 0,9
Copingstrategien in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern	aktives Coping (erwünscht)	4	0,6 - 0,7
	emotionsorientiertes Coping (weniger erwünscht)	5	0,6 - 0,7
Stressempfinden im technischen und naturwissenschaftlichen Unterricht		6	0,9
Berufliches Interesse		20	0,7 - 0,8
Allgemeine Leistungsmotivation		7	0,6 - 0,8
Themeninteresse im Bereich Naturwissenschaft und Technik ¹⁷		52	/
Offene Fragen ohne vorgegeben Antworten ¹⁸		2	/

Tabelle 2 Fragebogen (Teil 1): Konstrukte, die bei allen SuS in Längsschnitt 1 erhoben wurden

Teil 2 des Fragebogens wurde ausschließlich den JIA-SuS vorgelegt und war zu allen MZP identisch. Über diese Items (siehe Tabelle 3) sollten die SuS die JIA-Stunden der letzten Wochen bewerten. Alle Items wurden auf einer Skala von 1 (niedrige Ausprägung) und 6 (hohe Ausprägung) eingeordnet. Bei

¹¹ Item: Nimmst du an der Junior-Ingenieur-Akademie teil? Vorgegebene Antworten: ja, nein, nicht mehr (früher mal)

¹² Musisch-künstlerischer Bereich, naturwissenschaftlicher Bereich, sprachlicher Bereich, gesellschaftlich-wirtschaftlicher Bereich (z.B. Politik, Erziehung), anderer Bereich (offene Angabe zur Ergänzung)

¹³ Bei der Formulierung dieser Fragen wurde davon ausgegangen, dass diese leicht zu beantworten seien. Bei den Präsenzerhebungen zeigt sich jedoch, dass dem nicht so ist: die Testleiter*innen der Universität Stuttgart wurden mehrfach an unterschiedlichen Standorten von JIA-SuS gefragt, was die Junior-Ingenieur-Akademie sei. Der JIA-Unterricht findet an vielen Schulen unter einem anderen Label statt, beispielsweise als Technikunterricht oder als Fach Technik. Die Testleiter*innen wurden zu den weiteren Erhebungen dahingehend sensibilisiert, entsprechende Instruktionen zu geben, damit die JIA-SuS wissen, dass sie JIA-SuS sind, damit das Item, welches als Differenzierungsvariable in den Auswertungen dient, korrekt beantwortet werden kann.

¹⁴ Ausnahme: Die allgemeine Leistungsmotivation wurde auf einer vier-stufigen Skala erhoben.

¹⁵ Auf eine Beschreibung der Konstrukte sei an dieser Stelle und im fortlaufenden Bericht verzichtet, da *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)* diese beinhaltet.

¹⁶ Bei der Interpretation der Reliabilität (Zuverlässigkeit der Skala) ist zu berücksichtigen, dass Werte $\alpha \geq 0,60$ als zufriedenstellend gelten

¹⁷ Die Items zum Themeninteresse können nach verschiedenen Kriterien zu Skalen geclustert werden, beispielsweise mit Fokus auf die Methoden (z.B. Bauen, Konstruieren, Diskutieren, Recherchieren und Berechnen) oder hinsichtlich der thematischen Schwerpunktsetzungen (z.B. Medizintechnik, Robotik, Bautechnik). Für den Bericht wurden die Items weitestgehend auf Einzelebene herangezogen, weshalb an dieser Stelle keine Reliabilität angegeben wurde, da diese von der Konstruktion der Skala abhängig ist.

¹⁸ Items: Was gefällt dir am Unterricht zu Technik und Naturwissenschaft besonders gut?
Was magst du am Unterricht zu Technik und Naturwissenschaft nicht so gern?

allen Konstrukten, mit Ausnahme von Überforderung und den nicht gewünschten Motivationsformen (amotiviert und external), entspricht eine hohe Ausprägung einer positiven Wahrnehmung der JIA.

Konstrukt	Anzahl der Items	Reliabilität zu MZP 1 bis MZP 3 (Cronbachs α)
Motivation im Rahmen der JIA (Motivationsformen: amotiviert, external, identifiziert, intrinsisch)	12	0,6 - 0,9
Überforderung im Rahmen der JIA	3	0,7 - 0,8
Kompetenzerleben im Rahmen der JIA	3	0,7 - 0,8
Autonomieunterstützung im Rahmen der JIA	3	0,7 - 0,8
Soziale Einbindung im Rahmen der JIA	3	0,7 - 0,8
Kognitive Aktivierung durch die JIA-Aufgaben ¹⁹	3	0,4 - 0,7
Klarheit der Instruktionen und Nachvollziehbarkeit des Ablaufes im Rahmen der JIA	3	0,8 - 0,9
Gezeigtes Interesse der Lehrkraft im Rahmen der JIA	3	0,7 - 0,8
Unterstützung durch die Lehrkraft im Rahmen der JIA	2	0,6 - 0,8
Relevanz der JIA-Inhalte	3	0,7 - 0,8
Theorie-Praxis-Bezug innerhalb der JIA	3	0,6 - 0,8
Alltagsbezug der JIA	2	0,6 - 0,7
Wohlbefinden im Rahmen der JIA	2	0,7 - 0,9

Tabelle 3 Fragebogen (Teil 2): Konstrukte zur Evaluation der JIA in Längsschnitt 1

Ursprünglich war ein dritter Bestandteil des Fragebogens geplant, der Items zu Lerngelegenheiten im Unterricht sowie dem familiären Umfeld enthält, welche zur Überprüfung von Hypothese 3²⁰ herangezogen werden sollten. Vergleichbare Instrumente standen nicht zur Verfügung, weshalb keine Adaption möglich, sondern eine Neuentwicklung erforderlich war. Die Vorarbeiten ergaben, dass die Vielschichtigkeit und Varianz möglicher Lerngelegenheiten in der Schule sowie Erfahrungen im familiären Kontext und den Peergroups ein umfassendes Erhebungsinstrument erforderlich gemacht hätten, um dieser Komplexität gerecht zu werden. Unter Berücksichtigung der Testökonomie und den erwarteten Einbußen bezüglich der Testmotivation kam ein nennenswert längerer Fragebogen nicht in Frage. Entsprechend war zu entscheiden, ob auf diese Items verzichtet werden könne und somit Hypothese 3 nicht prüfbar wäre, oder ob andere Items zugunsten der Erfahrungen aus dem schulischen und familiären Bereich gestrichen werden sollen. Da alle Items aus Teil 1 und Teil 2 im direkten und indirekten Bezug zur JIA stehen, und entsprechend zur Aufklärung des Erfolgs der JIA beitragen, erschien es vertretbar, auf die Analyse von Lerngelegenheiten und Erfahrungen, die außerhalb der JIA liegen, zu verzichten, um stattdessen einen umfangreichen Einblick zu erhalten, wie die SuS die JIA erleben.

¹⁹ Die interne Konsistenz von Cronbach's $\alpha = 0,4$ trat zu MZP 1 auf, bzw. generell treten die vergleichsweise niedrigen Reliabilitätswerte zu MZP 1 auf. Es ist davon auszugehen, dass es den SuS zu Beginn der JIA schwerer gefallen ist, die JIA adäquat einzuschätzen, was die entsprechenden Werte erklärt. Ab MZP 2 sind alle Werte im zufriedenstellenden Bereich.

²⁰ Hypothese 3: Die Effekte erweisen sich bezogen auf Interessen, Selbstkonzepte und berufliche Orientierungen als abhängig von den parallelen Lerngelegenheiten im Unterricht und familiären Umfeld.

Zu MZP 1 und MZP 2 wurden die Fragebogenerhebungen mittels Pen-and-Paper-Fragebögen weitestgehend durch die Lehrkräfte der JIA bzw. in der Kontrollgruppe durch die Lehrenden der entsprechenden Wahlpflichtkurse durchgeführt. Testleiter*innen der Universität sind wahlweise auf Wunsch angereist oder wenn der Fragebogen in Kombination mit dem Fachtest im Rahmen des JIA-Kurses erhoben wurde (siehe Abschnitt 2.1.3).

Zu MZP 3 bestand der Fragebogen für die Kontrollgruppe weiterhin aus Teil 1, der um die Frage ergänzt wurde, unter welchen Bedingungen²¹ die Erhebungsinstrumente bearbeitet wurden.

Für die JIA-SuS wurde, zusätzlich zu Teil 1, Teil 2 angefügt und um Items zur Einschätzung des Kompetenzerwerbs im Rahmen der JIA in Bezug auf e-Learning (Cronbachs $\alpha = 0,9$) und um 7 Fragen zu Umgang und Erfahrungen mit e-Learning²² erweitert. Die überwiegende Mehrheit der JIA-SuS ist technisch hinreichend ausgestattet: alle JIA-SuS verfügen entweder über einen eigenen Computer mit Monitor oder Laptop, bis auf einen Schüler haben alle ein eigenes Smartphone und 96,5 % verfügen über Internetanschluss sowie eine eigene E-Mailadresse. Zwar sind Indizien erkennbar, dass die digitale Umsetzung des Unterrichts generell hinsichtlich Strukturierung und Motivierungspotential als positiv erlebt wird, jedoch äußert eine ähnlich große Gruppe, dass sie die Möglichkeiten des Kompetenzerwerbs im Rahmen der JIA als deutlich eingeschränkt wahrnehmen. Etwa ein Fünftel gab an, dass sie durch die JIA-Stunden im Rahmen der digitalen Lehre keine oder lediglich kaum fachspezifische Kenntnisse bzw. fachspezifisches Wissen erworben haben.

2.1.3 Erhebungsinstrument: Fachtest

Die Bereitstellung von Aussagen zu Kompetenzentwicklungen stellt bei inhaltlich variierenden Maßnahmen eine Herausforderung dar, da der Anspruch, valide zu testen, unter diesen Voraussetzungen davon abhängig ist, inwieweit zumindest für Teile der Angebote curriculare Überschneidungen bestehen. Zu berücksichtigen ist, dass technische Angebote ein breites Feld abdecken können und unterstellt werden muss, dass solche Angebote vor allem bereichsspezifisch effektrelevant werden dürften. Ob die in den außerschulischen Angeboten realisierten Lerngelegenheiten in technischen Kontexten auch geeignet sind, technische Kompetenzentwicklungen generell zu fördern, wurde bisher nicht untersucht. Naheliegend scheinen im Anschluss an Ergebnisse aus der Transferforschung vor allem dann positive Ausstrahlungen auf andere Anwendungsfelder, wenn eine (gewisse) inhaltliche Affinität unterstellt werden kann, wenn eine möglichst hohe Durchdringung des einschlägigen Wissens erreicht wird, Möglichkeiten bestanden, das einschlägige Wissen in multiplen Kontexten anzuwenden, ein hinreichender Abstraktionsgrad erreicht wird und der Wissenserwerb handlungsbezogen erfolgte (Bendorf 2002).

²¹ Bearbeitung an der Schule unter Aufsicht einer Lehrkraft, an der Schule ohne Aufsicht, außerhalb der Schule (Home Office) oder sonstiges

²² Die Fragen zu Umgang und Erfahrungen mit e-Learning waren offen gestellt, sodass keine Skala gebildet werden konnte. Entsprechend kann kein Wert für Cronbachs α gebildet werden.

Entsprechend wurde in den Vorarbeiten analysiert²³, welche Anwendungsfelder in Frage kommen, um eine (gewisse) inhaltliche Affinität für die Analysen zu gewährleisten. Hierfür konnten folgende Themenschwerpunkte, die an vielen JIA-Schulen bei der Themenwahl Berücksichtigung fanden, identifiziert werden: Robotertechnik, Automatisierungstechnik, Elektrotechnik und Erneuerbare Energien. Ebenfalls nennenswert besetzt sind Themen wie (Brücken-)Bau, Konstruktionstechnik sowie Luft- und Raumfahrt. Übergreifend spielt Projektmanagement eine (indirekte) Rolle, da der JIA-Unterricht vorwiegend in Projekten organisiert ist.

Tabelle 4 gibt einen Überblick darüber, welche Themenfelder in den jeweiligen Fachtest Berücksichtigung fanden.

MZP	Themenfelder / Testsets	Anzahl der Aufgaben	Reliabilität (Cronbachs α)	Anzahl ausgefüllter Test-Sets
1	Elektrotechnik	6	0,6	513
	Automatisierungstechnik und Robotik	6	0,5	
	Erneuerbare Energien	6	0,7	
	Projektmanagement	6	0,6	
2	Elektrotechnik	10	0,5	102
	Automatisierungstechnik und Robotik	7	0,5	
3	Elektrotechnik	5	0,6	21
	Automatisierungstechnik und Robotik	5	0,4	58
	Bau und Konstruktion	5	0,3	25
	Luft- und Raumfahrttechnik	5	0,2	12
	Medizintechnik	5	0,5	13
	Projektmanagement	5	0,8	29
	Nicht genutzte Test-Sets: Erneuerbare Energien ²⁴ & Kunststofflehre (jeweils 5 Aufgaben)			

Tabelle 4 Themenfelder und Testtest im Fachtest in Längsschnitt 1

Zu MZP 1 wurde allen JIA-SuS im Rahmen der Evaluation unabhängig vom thematischen Schwerpunkt innerhalb der JIA der gleiche Fachtest mit Aufgaben zu den Themenfeldern Elektrotechnik, Automatisierungstechnik und Robotik, Erneuerbare Energien sowie Projektmanagement vorgelegt. Die Erhebung der Fachkompetenz wurde von Testleiter*innen der Universität Stuttgart begleitet, um Einflüsse der Testsituation zu kontrollieren und so gleiche Bedingungen für alle JIA-Sus zu schaffen. Die niedrige Reliabilität für das Themenfeld Automatisierungstechnik und Robotik lässt sich unter anderem darauf zurückführen, dass über das Testset mehrere Inhaltsbereiche dieses Themenfeldes abgedeckt werden,

²³ Diese Analyse basiert auf PDF zur Junior-Ingenieur-Akademie 2017 (Deutsche Telekom Stiftung 2017), da die aktuellere Version (Deutsche Telekom Stiftung 2018) zu diesem Zeitpunkt noch nicht zugänglich war. Das Dokument beinhaltet Angaben zu 85 JIA-Standorten.

²⁴ Die Analysen im Vorfeld ergaben, dass das Themenfeld Erneuerbare Energien verhältnismäßig flächendeckend vertreten ist, weshalb dieses für die längsschnittlichen Analysen durch die Verknüpfung von MZP 1 und MZP 3 vorgesehen war. Dass in keinem der JIA-Kurse, von denen Daten zu MZP 3 vorliegen, dieses Themenfeld behandelt wurde, könnte möglicherweise auf einen unglücklichen Zufall zurückzuführen sein, dass jene Schulen, die sich mit der Thematik beschäftigen, nicht teilgenommen haben. Weitere Ursachen könnten darin begründet sein, dass innerhalb der JIA aufgrund Anpassungen durch der Covid19-Pandemie andere Themen, die für das Home-Schooling besser geeignet schienen, gewählt wurden.

die in sich konsistent sind, jedoch innerhalb einer Gesamtskala zu Varianzen führen. In Prüfungsleistungen im Schulkontext, wie beispielsweise Klausuren, können vergleichbare Reliabilitätswerte auftreten. Entsprechend kann dennoch für das Testset, wie bei einer Klausur, eine Gesamtpunktzahl für das Themenfeld gebildet werden.

Für MZP 2 gelten ähnliche Argumente. Für das Testset in Elektrotechnik wurden weitere Aufgaben und damit weitere Komponenten hinzugefügt, die ebenfalls in sich konsistent sind. Die geringe Anzahl der ausgefüllten Fachtests hängt damit zusammen, dass zu MZP 2 lediglich in JIA-Kursen, die sich inhaltlich mit dem Schwerpunkt Elektrotechnik und/oder Automatisierungstechnik und Robotik beschäftigt haben, der Fachtest vorgelegt wurde. An allen anderen Standorten wurde zu diesem MZP lediglich der Fragebogen erhoben.²⁵ Auch zu MZP 2 wurden die Testungen zur Fachkompetenzerfassung von Testleiter*innen der Universität Stuttgart betreut.

Ursprünglich war zu MZP 3 geplant, dass der Fokus des Fachtests weiterhin auf den Themenfeldern aus MZP 1 (Elektrotechnik, Automatisierungstechnik und Robotik sowie Erneuerbare Energien) liegen wird, wobei im Bedarfsfall durch einzelne, standortspezifische Aufgaben erweitert werden sollte. Durch dieses Design sollten Subgruppen der JIA als Kontrolleinheiten für die Überprüfung von Hypothese 7²⁶ fungieren. Bereits zu MZP 1 zeichnete sich ab, dass den Lehrkräften, die sich im Rahmen ihrer JIA in den Themenfeldern des Fachtests nicht wiederfinden, dieses Vorgehen widerstrebt. Daher kam vielfach der Wunsch auf, nur noch an den Fragebogenerhebungen teilzunehmen und in diesen JIA-Kursen keine Fachtests mehr vorzulegen. Entsprechend wurde auf der Grundlage weiterer Analysen zu den curricularen Schwerpunkten jener JIA-Schule das Spektrum des Fachtests um die Themenfelder Bau und Konstruktion, Luft- und Raumfahrt, Kunststofflehre sowie Medizintechnik erweitert. Wären die Aufgaben von MZP 2 übernommen und alle Themenfelder der JIA abgefragt worden, hätte der Gesamttest über 47 Aufgaben umfasst, was in einer maximal akzeptablen Testzeit von 90 Minuten nicht realisierbar wäre. Einen solchen Fachtest den JIA-SuS vorzulegen, hätte mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer niedrigen Testmotivation geführt und letztlich hätten die SuS (wenn überhaupt) nur die Aufgaben bearbeitet, die im Kontext ihrer JIA stehen. Selbst ein Test, der auf den Themenfeldern Elektrotechnik, Automatisierungstechnik und Robotik sowie Erneuerbare Energien basiert, und lediglich um ein Testset erweitert wird, wäre mit einem Umfang von 20 (nur Testsets von MZP 3) bis 28 Aufgaben mit Blick darauf, dass der Test zu Schuljahresende und unter den Limitierungen der Covid19-Pandemie bearbeitet wurde, zu lang. Aus diesen Gründen wurde entschieden, für den Fachtest alle Themenfelder auf 5 Aufgaben zu reduzieren und innerhalb jedes JIA-Kurses zwei Testsets zu kombinieren, die durch Absprachen mit den JIA-Lehrkräften zu den curricularen Schwerpunktsetzungen abgestimmt wurden. Damit umfasste jeder Fachtest 10 Aufgaben zu zwei Themenschwerpunkten. Da viele JIA-Kurse gar nicht oder lediglich provisorisch aufgrund der Covid19-Pandemie umgesetzt wurden, wurden nicht alle Themenfelder, für die ein Testset entwickelt wurde, an den Standorten, die

²⁵ Diese Entscheidung wurde bereits zu Projektbeginn innerhalb des Verlaufs der Finanzierungsverhandlungen getroffen, da diese Themenschwerpunkte einerseits häufig in den JIA-Schulen vertreten sind und andererseits Schnittmengen zu anderen Themenfeldern aufweisen.

²⁶ Hypothese 7: Es lassen sich bei der Versuchsgruppe Transferleistungen zwischen Kompetenzbereichen beobachten, die umso größer sind, je affiner die Anforderungsbereiche und je höher der erreichte Wissensstand im Kernbereich.

sich zu MZP 3 an der Evaluation beteiligten, umgesetzt, weshalb zwei Testsets nicht zum Einsatz kamen. Die JIA-SuS bearbeiteten den Fachtest zu MZP 3 weitestgehend im Home-Schooling ohne Aufsicht durch die Lehrkraft oder Testleiter*innen der Universität Stuttgart, da alternative Settings aufgrund von pandemiebedingten Restriktionen nicht umsetzbar waren. Nicht nur in den Reliabilitätswerten und mit Blick auf die Tatsache, dass 7 JIA-SuS zwar Motivation für den Fragebogen jedoch nicht für Fachtest aufbringen konnten, sondern auch bei der Korrektur und Auswertung der Fachtests zeigte sich deutlich, dass dieses Vorgehen nicht valide umsetzbar ist: Viele Antworten waren unverändert aus dem Internet, beispielsweise aus Wikipedia abgeschrieben. Die Fachtestdaten zu MZP 3 sind entsprechend nicht nur aufgrund von quantitativen Einbußen hinsichtlich der Stichprobengröße, sondern auch aus qualitativer Sicht unbrauchbar, da die Anzahl der ausgefüllten Fachtests nach Bereinigung der internetbasierten Antworten auf ein nicht auswertbares Maß gesunken ist. Entsprechend erfolgte keine weitere Betrachtung derselben. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass für die Follow-Up-Erhebung zu MZP 4 von vorneherein kein Fachtest angedacht war.

2.2 Längsschnitt 2

Die kurzzeitige Überlegung, die hohe Sterblichkeit zu MZP 3 innerhalb von Längsschnitt 1 durch eine Nacherhebung zu Beginn des Schuljahres 2020/2021 zu kompensieren, indem Daten von SuS erhoben werden, die zu MZP 1 und MZP 2 bereits an der Evaluation teilgenommen haben, wurde letztlich verworfen. Dies hätte zwar durch den Zuwachs der Probandenzahl die quantitativen Einbußen kompensieren können, jedoch auf qualitativer Ebene war davon auszugehen, dass die pandemiebedingten Effekte die Effekte der JIA überlagern und entsprechend die Analysen und Interpretationen verfälschen. Die primäre Zielsetzung des Projekts liegt in der Evaluation der JIA, nicht in der Untersuchung der Effekte der Covid19-Pandemie auf die JIA unter den veränderten Bedingungen, wie beispielsweise Verlagerung der JIA ins Home-Schooling, digitale Angebote im Rahmen der JIA sowie dem Ausfall von JIA-Stunden. Durch die Nacherhebung wäre letztlich jedoch nur letzteres möglich gewesen.

Bezüglich der Evaluation ist in diesem Kontext somit die Validität der Daten und damit die Belastbarkeit der zu treffenden Wirksamkeitsaussagen zu MZP 3 im Längsschnitt 1 fragwürdig. Durch Längsschnitt 2 sollte dieses Defizit kompensiert werden.

2.2.1 Stichprobe und Messzeitpunkte

Da die Ergebnisse zwischen MZP 1 und MZP 2 innerhalb von Längsschnitt 1 zum einen belastbar sind und zum anderen vielversprechende Effekte der JIA erahnen lassen, insbesondere bezüglich Fähigkeitsselbstkonzept, Fachinteresse und Kompetenzerleben (siehe auch Kapitel 3), wurde entschieden, im Schuljahr 2020/2021 die SuS im zweiten JIA-Jahr und den entsprechenden Kontrollgruppen²⁷ zu erheben. Innerhalb von Längsschnitt 2 waren somit 3 MZP angelegt:

- MZP 1: Mitte des zweiten JIA-Jahres, Schuljahr 2020/2021
- MZP 2: Ende des zweiten JIA-Jahres, Schuljahr 2020/2021
- MZP 3 (EDV-gestütztes Follow-Up): Anfang/Mitte Schuljahr 2021/2022

²⁷ Da nicht nur die SuS der JIA von der Covid19-Pandemie geprägt wurden, erschien es angemessen, post-pandemisch wieder eine Kontrollgruppe zu untersuchen, da sich die Kontrollgruppe aus Längsschnitt 1 in diesem Kontext für eine angemessene Vergleichbarkeit nicht eignet.

In Kombination mit Längsschnitt 1 hätte dies einen sogenannten Pseudolängsschnitt ergeben, der die gesamte Dauer der JIA inklusive Follow-Up abdeckt (siehe Abbildung 1). Über die Schnittstelle von MZP 2 aus Längsschnitt 1 und MZP 1 aus Längsschnitt 2 war zu prüfen, ob die Kohorten vergleichbar sind, da die SuS in Längsschnitt 2 ihr erstes JIA-Jahr unter Pandemiebedingungen erlebt haben.

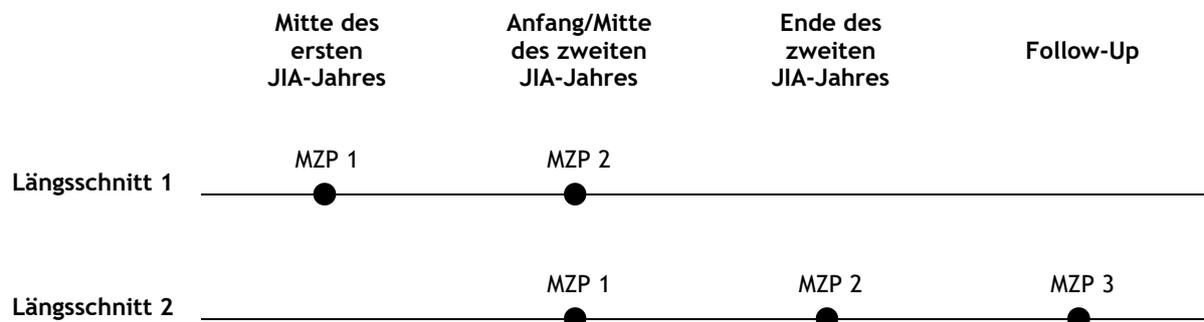


Abbildung 1 Pseudolängsschnitt durch Längsschnitt 1 und Längsschnitt 2

Bei der Konzeption und Planung von Längsschnitt 2 wurde davon ausgegangen, dass die JIA im Schuljahr 2021/2022 weitestgehend regulär und ohne Restriktionen der Covid19-Pandemie durchgeführt werden kann, wodurch die pandemiebedingten Verzerrungen auf ein vertretbares Ausmaß reduziert würden. Unter Einbezug noch möglicher Einschränkungen wurden den Schulen weiterhin freigestellt, zu entscheiden, ob die Erhebungen, sowohl des Fragebogens als auch des Fachtests durch die Lehrenden durchgeführt werden, oder ob Testleiter*innen von der Universität Stuttgart anreisen. Außerdem konnte nun zwischen zwei Erhebungsmodi gewählt werden: EDV-gestützte Erhebung oder Paper-Pencil-Bögen. Bei der Erhebung durch die Lehrkräfte wurden diese dahingehend instruiert, dass sie die Erhebung zwar beaufsichtigen, aber keine inhaltlichen Hilfestellungen geben oder anderweitig eingreifen dürfen. Von erneuten Erhebungen im Home-Schooling wurde aufgrund der Erfahrungen aus Längsschnitt 1 abgeraten.

Die 35 Schulen aus Längsschnitt 1 wurden für eine mögliche Teilnahme an Längsschnitt 2 kontaktiert und bereits bei der Planung wurde davon ausgegangen, dass nicht alle 35 Schulen erneut die Kapazitäten aufbringen können, um an weiteren Erhebungen teilzunehmen. Letztlich lagen zum Ende von MZP 1 Daten der SuS von lediglich 3 Schulen vor. Die Anzahl der befragten SuS im Zuge von Längsschnitt 2 können Tabelle 5 entnommen werden. Die Erhebungsinstrumenten Fragebogen (2.2.2) und Fachtest (2.2.3) sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

	MZP 1 Anfang/Mitte Schuljahr 2020/2021)	MZP 2 Ende Schuljahr 2020/2021)	MZP 3 Anfang/Mitte Schuljahr 2021/2022
Fragebögen insgesamt	37	nicht durchgeführt	nicht durchgeführt
JIA	Fragebogen: 24 Fachtest: 23	nicht durchgeführt	nicht durchgeführt
Kontrollgruppe	13	Nicht durchgeführt	nicht durchgeführt

Tabelle 5 Anzahl SuS, differenziert nach JIA und Kontrollgruppe (Längsschnitt 2)

Die Auswirkungen der Covid19-Pandemie auf den Schulalltag hatten sich nicht in dem Ausmaß verringert, das bei der Planung erhofft wurde, und die Hochphasen der Covid19-Pandemie erstreckten sich

weiterhin über das Schuljahr 2020/2021. Auch im Schuljahr 2020/2021 hat die JIA an vielen Standorten weiterhin überhaupt nicht oder lediglich eingeschränkt stattgefunden.

Entsprechend wurde Längsschnitt 2 nicht nur aufgrund der quantitativen Einschränkungen bezüglich der Anzahl partizipierender Schulen, Lehrkräfte und SuS abgebrochen, sondern auch wegen der weiterhin andauernden Störeffekte auf die Qualität der Evaluationsergebnisse aufgrund der immer noch erforderlichen Anpassungen der JIA infolge der Pandemiebedingungen. Selbst unter der Annahme, dass sich die JIA im Verlauf des Schuljahres 2020/2021 normalisiert hätte, und entsprechend eine Erhebung von mehr SuS im Präsenzunterricht zu MZP 2 möglich gewesen wäre, hätten die Daten zu MZP 2 lediglich im Querschnitt, nicht jedoch im Längsschnitt ausgewertet werden können. Eine Kompensation der Einbußen innerhalb von Längsschnitt 1 konnte durch Längsschnitt 2 weder auf quantitativer noch auf qualitativer Ebene erzielt werden. Die Daten von Längsschnitt 2 wurden aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht ausgewertet und entsprechend für den weiteren Projektverlauf und auch für diesen Bericht nicht berücksichtigt.

2.2.2 Erhebungsinstrument: Fragebogen

Der Fragebogen innerhalb von Längsschnitt 2 ist äquivalent zum Fragebogen aus Längsschnitt 3 und besteht entsprechend aus zwei Teilen:

Teil 1 enthält die identischen Items zu Längsschnitt 1 (MZP 1 und MZP 2), die sowohl den JIA-SuS als auch den SuS der Kontrollgruppe vorgelegt werden, darunter die subjektive Einschätzung zu verschiedenen Konstrukten im Kontext des MINT-Unterrichts, demografische Angaben (Geschlecht und Alter), Noten (MINT-Fächer und Deutsch) und das aktuelle Wahlfach.

Teil 2 wurde ausschließlich den JIA-SuS vorgelegt, um den JIA-Unterricht der letzten Wochen zu bewerten. Die Items wurden aus Längsschnitt 1 übernommen. Auf die Erweiterung von Teil 2 um die Items zur Einschätzung des Kompetenzerwerbs im Rahmen der JIA in Bezug auf e-Learning sowie die Fragen zu Umgang und Erfahrungen mit e-Learning, welche in Längsschnitt 1 zu MZP 3 genutzt wurden, wurde aufgrund der Annahme, dass die JIA wieder regulär stattfinden konnte, verzichtet.

Aufgrund der umfassenden Überschneidungen zu Kapitel 2.1.2 und Kapitel 2.3.2 sowie der fehlenden Aussagekraft, auf quantitativer Ebene bedingt durch die geringe Stichprobengröße und auf qualitativer Ebene durch den Einfluss der Covid19-Pandemie, sei an dieser Stelle auf eine detaillierte Aufstellung der Konstrukte und die Berechnung der Reliabilität im Rahmen von Längsschnitt 2 verzichtet.

2.2.3 Erhebungsinstrument: Fachtest

Der Fachtest sollte bereits zu MZP 1 nach einem äquivalenten Vorgehen zu MZP 3 innerhalb von Längsschnitt 1 umgesetzt werden (Pro Fachtest zwei Testsets). Da dieses Prozedere lediglich für 23 Fachtests umgesetzt werden konnte, zu denen Daten von SuS vorliegen, erscheint es unnötig, an dieser Stelle ins Detail zu gehen, denn wie schon zu MZP 3 in Längsschnitt 1 ist zu erwarten, dass die Ergebnisse, bedingt durch quantitative und qualitative Limitierungen, verzerrt sind, weshalb in diesem Kapitel auf entsprechende Aufstellungen und Analysen verzichtet wird.

2.3 Längsschnitt 3

Durch den Abbruch von Längsschnitt 2 blieb weiterhin die Frage offen, wie die Evaluation effizient ergänzt werden kann, um den gesamten JIA-Zeitraum abzudecken.

Aufgrund der Entwicklungen der Covid19-Pandemie konnte begründet optimistisch davon ausgegangen werden, dass im Schuljahr 2021/2022 der Unterricht wieder weitestgehend zum Regelbetrieb in Präsenz zurückkehren würde. Deshalb wurde Längsschnitt 3 angesetzt, geplant und umgesetzt. Um die Effekte der JIA vollständig und mit möglichst geringen Einflüssen durch die Covid19-Pandemie zu erfassen, wurde die Entscheidung getroffen, nochmals den gesamten JIA-Zeitraum abzudecken. Erneut ins zweite JIA-Jahr einzusteigen, wie in Längsschnitt 2, erschien nicht zielführend, da an vielen Schulen das erste Jahr (Schuljahr 2020/2021) entweder gar nicht oder lediglich im Home-Schooling stattgefunden hatte, was potentielle Störfaktoren für die Analysen und Auswertungen mit sich gebracht hätte. Um die Hinweise auf wünschenswerte Effekte der JIA, insbesondere hinsichtlich Fähigkeits-selbstkonzept und Fachinteresse sowie Kompetenzerleben, die sich in Längsschnitt 1 bereits abzeichneten, einzuordnen und aus diesen eine tragfähige Befundlage zu generieren, die für die gesamte JIA und nicht nur für das erste JIA-Jahr gilt, waren nicht nur auf quantitativer Ebene mehr Daten erforderlich, sondern auch langfristige Daten innerhalb einer Kohorte. Auf der Basis der genannten Argumente wurde Längsschnitt 3 konstruiert, geplant und umgesetzt.

2.3.1 Stichprobe und Messzeitpunkte

Für Längsschnitt 3 wurden drei MZP in Anlehnung an Längsschnitt 1 angesetzt:

- MZP 1: Mitte des ersten JIA-Jahres, Schuljahr 2021/2022
- MZP 2: Anfang des zweiten JIA-Jahres, Schuljahr 2022/2023
- MZP 3: Ende des zweiten JIA-Jahres, Schuljahr 2022/2023

Durch die Parallelen in der Umsetzung (siehe Abbildung 2) können Längsschnitt 1 und Längsschnitt 3 hinsichtlich der Analysen und der Einordnung der Ergebnisse in direkten Vergleich gesetzt werden (siehe Kapitel 3).

Die Überlegung, ein Follow-Up in Längsschnitt 3 zu integrieren, wurde bereits in der Planungsphase aus Zeit- und Kostengründen verworfen.

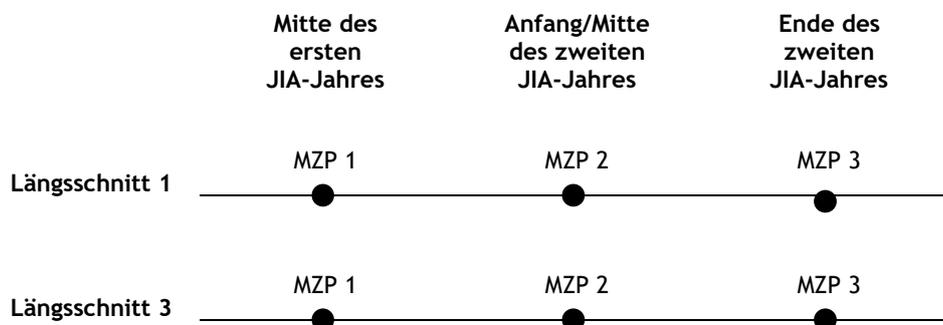


Abbildung 2 Paralleler Aufbau von Längsschnitt 1 und Längsschnitt 3

Da in Nordrhein-Westfalen im Rahmen der gymnasialen Oberstufe zurück zum 9-stufigen System gewechselt wurde, startete im Schuljahr 2021/2022 dort an den meisten Standorten keine JIA. Entsprechend war zu erwarten, dass etwa 35-45 % JIA-Netzwerkschulen²⁸ in Deutschland im Rahmen der Akquise nicht berücksichtigt werden können. Alle weiteren JIA-Schulen wurden kontaktiert und letztlich nahmen 18 Schulen²⁹ an Längsschnitt 3 teil. Ähnlich zur Gesamtverteilung der JIA-Schulen und äquivalent zu Längsschnitt 1 handelt es sich beim Großteil um Gymnasien (72,2 %), wobei die JIA an den meisten Standorten als Wahlpflichtkurs angeboten wird.

Durch die 18 Schulen konnte, trotz der erwartungskonformen Sterblichkeit zu MZP 2 und MZP 3, eine hinreichend große Stichprobe erzielt werden, um die JIA durch den Einsatz von Fragebögen und Fachtests längsschnittlich zu evaluieren (siehe Tabelle 6). Im Vergleich zu Längsschnitt 1 ist die Kontrollgruppe hinsichtlich der Geschlechterverteilung identisch zur JIA. Außerdem zeigt sich bei der Analyse der gewählten Wahlfächer, dass über die Hälfte der SuS der Kontrollgruppe angaben, ein Wahlpflichtfach aus dem naturwissenschaftlichen und technischen Bereich zu besuchen. Dies kann dadurch zustande kommen, dass an Schulen mehrere Wahlpflichtfächer angeboten, die MINT-Schwerpunkte setzen, beispielsweise die JIA und ein Programmier- oder Informatikkurs, sodass sich die SuS zwischen diesen Programmen entscheiden können. Entsprechend bietet diese Kontrollgruppe Potential, um den Effekt der JIA in Relation zu anderen MINT-Angeboten einzuordnen.

	MZP 1 Anfang/Mitte Schuljahr 2021/2022	MZP 2 Anfang Schuljahr 2022/2023	MZP 3 Ende Schuljahr 2022/2023
Fragebögen insgesamt	220	163	132
JIA (ca. 70 % männlich)	Fragenbogen: 133 Fachtest: 162	Fragenbogen: 122 Fachtest: 125	Fragenbogen: 90 Fachtest: 91
Kontrollgruppe (ca. 70 % männlich)	Fragebogen: 87	Fragebogen: 41	Fragebogen: 42

Tabelle 6 Anzahl SuS, differenziert nach JIA und Kontrollgruppe (Längsschnitt 3)

Die Erhebungsinstrumente Fragebogen (2.3.2) und Fachtest (2.3.3) sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Aufgrund der positiven Resonanz mit den EDV-gestützten Erhebungsinstrumenten konnten die Schulen weiterhin entscheiden, ob die Erhebungen in Paper-Pencil-Version oder EDV-gestützt erfolgen sollen. Die Fragebögen wurden insbesondere in der Kontrollgruppe unter Aufsicht der Lehrkräfte erhoben und nur in Ausnahmefällen sind hierfür Testleiter*innen der Universität Stuttgart angereist. In der JIA wurden sowohl die Bearbeitung des Fragebogens als auch die des Fachtests weitestgehend innerhalb einer 90-minütigen Doppelstunde von den Testleiter*innen der Universität Stuttgart betreut.

Durch die Flexibilität des Erhebungsformats und die bedarfsgerechte Unterstützung im Rahmen der Erhebungen wurden die Erhebungen niederschwellig in den Schulalltag integriert, und jeder Lehrkraft

²⁸ Datengrundlage zur Schätzung: PDF zur Junior-Ingenieur-Akademie 2021 (Deutsche Telekom Stiftung 2021)

²⁹ Aufgrund der Einbußen innerhalb von Nordrhein-Westfalen war bereits im Vorfeld absehbar, dass eine ähnlich umfassende Konstellation wie in Längsschnitt 1 nicht zustande kommen wird.

war die Möglichkeit geben, an der Evaluation so teilzunehmen, dass alle Beteiligten sich damit wohlfühlen.

2.3.2 Erhebungsinstrument: Fragebogen

Wie in Längsschnitt 1 wurden zu allen drei MZP sowohl den JIA-SuS als auch den SuS der Kontrollgruppen je ein Fragebogen vorgelegt. Der Fragebogen besteht aus mindestens einem, maximal zwei Teilen, wobei jeder dieser Teile mehrere Konstrukte beinhaltet:

Konstrukte		Anzahl der Items	Reliabilität zu MZP 1 bis MZP 3 (Cronbachs α)
Fachinteresse an Technik		6	0,9
Fähigkeitsselbstkonzept in Bezug auf Technik	absolut	4	0,9
	sozial (im Vergleich zum anderen Geschlecht)	4	0,9
Copingstrategien in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern	aktives Coping (erwünscht)	4	0,5 - 0,6
	emotionsorientiertes Coping (weniger erwünscht)	5	0,7 - 0,8
Stressempfinden im technischen und naturwissenschaftlichen Unterricht ³⁰		5	0,9
Berufliches Interesse		20	0,7 - 0,8
Fragen zur Kurs- und Berufswahl		2	/
Themeninteresse im Bereich Naturwissenschaft und Technik		52	/

Tabelle 7 Fragebogen (Teil 1): Konstrukte, die bei allen SuS in Längsschnitt 3 erhoben wurden

Teil 1 des Fragebogens ist für alle SuS zu allen MZP und in allen Längsschnitten identisch³¹. Entsprechend beinhaltet dieser Teil neben der subjektiven Einschätzung zu verschiedenen Konstrukten im Kontext des MINT-Unterrichts (siehe Tabelle 7) demografische Angaben (Geschlecht und Alter), Noten (MINT-Fächer und Deutsch) und das aktuelle Wahlpflichtfach³². Die Einordnung aller Konstrukte erfolgte über eine Skala von 1 (niedrige Ausprägung) bis 5 (hohe Ausprägung). Mit Ausnahme von Stressempfinden und emotionsorientiertem Coping sind hohe Werte bei allen Konstrukten wünschenswert. Abgesehen vom aktiven Coping sind alle Skalen hinsichtlich der Reliabilität im gewünschten Bereich. Die Items zum aktiven Coping umfassen unterschiedliche Copingstrategien, beispielsweise die Unterstützung durch Erwachsene wie Eltern und Lehrende, sowie Peers oder die eigenständige Recherche. Die vergleichsweise geringe Reliabilität zu MZP 3 lässt sich darauf zurückführen, dass die Strategien, welche die Rücksprache zu anderen Personen erfordern, miteinander positiv korrelieren, Strategien

³⁰ Im Vergleich zu Längsschnitt 1 wurde die Skala zum Stressempfinden um ein Item gekürzt, da Analysen der Daten aus Längsschnitt 1 ergeben, dass dieses Item zu den anderen redundant ist. Die Skala ist über alle MZP reliabel.

³¹ Mit Ausnahme der Fragen zu Kurs- und Berufswahl, die lediglich zu MZP 3 im Längsschnitt 3 erhoben wurden.

³² Da im Rahmen von Längsschnitt 1 aufgefallen ist, dass den JIA-SuS ggf. nicht bewusst ist, dass sie an der JIA teilnehmen, da der entsprechende Unterricht an ihrer Schule unter einer anderen Bezeichnung (z.B. Schwerpunkt Technik) stattfindet, wurden entsprechende Hinweise bezüglich dieser Items in die Instruktionen integriert. Sowohl die Lehrkräfte als auch die Testleiter*innen der Universität Stuttgart wurden angewiesen, die SuS bezüglich dieses Items zu sensibilisieren.

zur Recherche jedoch nur mit einem der weiteren drei Items in signifikantem Zusammenhang stehen. Entsprechend ist anzunehmen, dass einzelne Individuen Präferenzen bezüglich einer aktiven Herangehensweise an Probleme haben.

Konstrukt	Anzahl der Items	Reliabilität zu MZP 1 bis MZP 3 (Cronbachs α)
Motivation im Rahmen der JIA (Motivationsformen: amotiviert, external, identifiziert, intrinsisch)	12	0,8 - 0,9
Überforderung im Rahmen der JIA	3	0,8 - 0,9
Kompetenzerleben im Rahmen der JIA	3	0,7 - 0,8
Autonomieunterstützung im Rahmen der JIA	3	0,7 - 0,8
Soziale Einbindung im Rahmen der JIA	3	0,8 - 0,9
Kognitive Aktivierung durch die JIA-Aufgaben	3	0,6 - 0,7
Klarheit der Instruktionen und Nachvollziehbarkeit des Ablaufes im Rahmen der JIA	3	0,8 - 0,9
Gezeigtes Interesse der Lehrkraft im Rahmen der JIA ³³	3	0,8 - 0,9
Relevanz der JIA-Inhalte ³⁴	2	0,8 - 0,9
Theorie-Praxis-Bezug innerhalb der JIA ³⁵	2	0,6 - 0,7
Wohlbefinden im Rahmen der JIA	2	0,8 - 0,9

Tabelle 8 Fragebogen (Teil 2): Konstrukte zur Evaluation der JIA in Längsschnitt 3

Teil 2 des Fragebogens wurde, äquivalent zu Längsschnitt 1, ausschließlich den JIA-SuS vorlegt und war zu allen MZP identisch. Über diese Items (siehe Tabelle 8) sollten die SuS die JIA-Stunden der letzten Wochen bewerten. Alle Items wurden auf einer Skala von 1 (niedrige Ausprägung) und 6 (hohe Ausprägung) eingeordnet. Bei allen Konstrukten, mit Ausnahme von Überforderung und den nicht gewünschten Motivationsformen (amotiviert und external), entspricht eine hohe Ausprägung einer positiven Wahrnehmung der JIA.

Auf die Items zur Einschätzung sowie dem Umgang und den Erfahrungen mit e-Learning wurde verzichtet, da die JIA im Rahmen von Längsschnitt 3 regulär umgesetzt wurde und entsprechendes Ausweichen auf alternative e-Learning-Angebote nicht erforderlich war.

2.3.3 Erhebungsinstrument: Fachtest

Im Rahmen von Längsschnitt 1 waren zu MZP 1 lediglich Aufgaben zu den Themenfeldern Elektrotechnik, Automatisierungstechnik und Robotik, Erneuerbare Energien und Projektmanagement direkt zugänglich, während Aufgaben zu anderen Themenbereichen erst im Projektverlauf konzipiert wurden.

³³ Innerhalb von Längsschnitt 1 gab es noch die Skala zur Unterstützung durch die Lehrkraft im Rahmen der JIA. Aufgrund der hohen Korrelationen in Längsschnitt 1 zu Autonomieunterstützung und Interesse der Lehrkraft wurde auf diese Skala verzichtet, da hierdurch keine neuen Erkenntnisse gewonnen werden können.

³⁴ Aufgrund der Analysen aus Längsschnitt 1 konnten die Skalen zur Relevanz der JIA-Inhalte und zum Theorie-Praxis-Bezug um jeweils ein Item gekürzt werden. Die Skalen sind über alle MZP reliabel.

³⁵ Vergleichbar zur Unterstützung durch die Lehrkraft verhielt es sich mit dem Alltagsbezug in Relation zum Theorie-Praxis-Bezug.

Bereits zu Beginn von Längsschnitt 3 konnte auf alle Testsets aus Längsschnitt 1 zurückgegriffen werden. Unter Berücksichtigung, dass es trotz entsprechender Analysen und Vorarbeiten in Längsschnitt 1 nicht möglich war, abzuschätzen, welche Themenfelder in der Stichprobe flächendeckend behandelt werden, und aufgrund der Rückmeldung seitens der Lehrkräfte in Längsschnitt 1, dass eine curriculare Passung des Fachtests zu der eigenen JIA gewünscht ist, wurde entschieden, den Fachtest an jede JIA abzustimmen, indem nach Absprachen mit den Lehrkräften pro Fachtest zwei Testsets³⁶ kombiniert wurden (äquivalentes Vorgehen zu MZP 3 in Längsschnitt 1). Damit umfasste ein Fachtest mindestens 10, maximal 12 Aufgaben.

Testsets	Anzahl der Aufgaben	Reliabilität (Cronbachs α) MZP 1 / 2 / 3	Anzahl ausgefüllter Test-Sets		
			MZP 1	MZP 2	MZP 3
Elektrotechnik	6	0,7 / 0,5 / 0,6	59	22	26
Automatisierungstechnik und Robotik	6	0,6 / 0,6 / 0,7	75	67	53
Bau und Konstruktion	5	0,6 / 0,6 / 0,2	84	75	60
Erneuerbare Energien	5	0,6 / 0,4 / 0,8	42	25	8
Kunststofflehre	5	0,6 / 0,7 / 0,4	29	29	15
Medizintechnik	5	- / - / 0,8	0	0	5
Projektmanagement	5	0,5 / 0,6 / 0,3	35	32	15
Nicht genutzte Test-Sets: Luft- und Raumfahrttechnik (5 Aufgaben)					

Tabelle 9 Themenfelder und Testsets im Fachtest in Längsschnitt 3

Hinsichtlich der Planung waren optimale Bedingungen gegeben, wenn die Lehrenden bereits zu MZP 1 abschätzen konnten, welche Themenschwerpunkte innerhalb der gesamten Laufzeit der JIA abgedeckt werden, und der Fachtest innerhalb jedes JIA-Kurses zu allen drei MZP identisch ist, um die längsschnittliche Entwicklung zu analysieren. Bei inhaltlichen Veränderungen der JIA innerhalb des Evaluationszeitraums wurde der Fachtest entsprechend angepasst. Auf der Grundlage der Daten aus Längsschnitt 1 und Längsschnitt 2 konnten die Aufgaben des Fachtests inhaltlich überarbeitet und optimiert werden. Die Verteilung der Testsets über die einzelnen MZP wird in Tabelle 9 veranschaulicht.

Die Tatsache, dass bei fast allen Testsets³⁷ zu zwei der drei MZP akzeptable Werte hinsichtlich der Reliabilität auftreten, deutet darauf hin, dass die Testsets im Allgemeinen gut geeignet sind, um die Fachkompetenzen im Rahmen der JIA zu erfassen. Die einzelnen Ausreißer lassen sich zum einen auf Stichprobeneffekte zurückführen, die beispielsweise durch geringe Testmotivation zum Ende des Schuljahres (MZP 3) seitens der SuS bedingt sein können. Zum anderen sind inhaltliche und curriculare Varianzen im Rahmen der JIA nicht zu vermeiden, welche ebenfalls einen Effekt auf die Reliabilität haben: Wie zu Längsschnitt 1 beinhalten die Testsets mehrere Themenfelder des Inhaltsbereichs, die

³⁶ Verfügbare Testsets: Elektrotechnik, Automatisierungstechnik und Robotik, Bau und Konstruktion, Erneuerbare Energien, Kunststofflehre, Medizintechnik, Projektmanagement

³⁷ Ausnahmen: Projektmanagement mit lediglich einem Wert im akzeptablen Bereich und Medizintechnik, wobei dieses Testset ausschließlich zu MZP 3 im Einsatz war und bei dieser Erhebung eine akzeptable Reliabilität aufweist

in sich konsistent sind, jedoch innerhalb einer Gesamtskala zu Varianzen führen. Besonders groß sind diese Effekte, wenn in einem großen Teil der Stichprobe eines dieser Themenfelder ausführlich behandelt wurde, sodass die SuS hier hohe Punktzahlen erreichen, und andere wiederum nicht, weshalb bei diesen Aufgaben keine oder nur wenig Punkte erzielt werden. Es ist davon auszugehen, dass Klausuren, die mehrere Themenbereiche abbilden, vergleichbare Werte erreichen, und entsprechend kann für die Testsets, wie bei Klausuren, statistisch noch vertretbar eine Gesamtpunktzahl gebildet werden.

Das ursprünglich für Längsschnitt 1 angedachte Design, innerhalb dessen Subgruppen der JIA als Kontrolleinheiten für die Überprüfung von Hypothese 7³⁸ fungieren sollten, ist im Rahmen von Längsschnitt 3 nicht umsetzbar. Zum einen ist die Motivation zur Teilnahme an der Evaluation seitens der JIA-Lehrkräfte und zur Testbearbeitung seitens der JIA-SuS nennenswert höher, wenn die Passung zum eigenen JIA-Curriculum erkennbar ist, und zum anderen sind die Themenfelder Elektrotechnik und Erneuerbare Energien nicht an den Curricula der teilnehmenden Schulen in dem Ausmaß vertreten, welches für ein entsprechendes Design erforderlich wäre.

Durch die gezielte Anpassung der Fachtests an das Curriculum der jeweiligen JIA, wurden die Stichproben innerhalb der einzelnen Testsets zwar kleiner, weshalb nicht alle Testsets längsschnittlich betrachtet werden können, jedoch konnten so die querschnittlichen Analysen mit Fokus auf die Inhalte vertieft werden, sodass hier für die Umsetzung der JIA relevante Aussagen getroffen werden können.³⁹

Trotz der Erweiterung des Repertoires an Testsets im Vergleich zu Längsschnitt 1, konnte an zwei Schulen, die an Längsschnitt 3 teilgenommen haben, keine Passung zwischen Fachtest und den thematischen Schwerpunkten der JIA ermöglicht werden. Auf Wunsch der entsprechenden Schulen wurde auf die Erhebung des Fachtests dort verzichtet. Das Testset Luft- und Raumfahrttechnik hingegen wurde aufgrund fehlender Passungen in Längsschnitt 3 nicht eingesetzt. Neben den inhaltlichen Fragen konnte weitestgehend zur Normalität hinsichtlich der Durchführung zurückgekehrt werden, bei der Testleiter*innen der Universität Stuttgart die Erhebung betreuen. Im Vergleich zu den Erhebungen unter Pandemiebedingungen hat dieses Vorgehen positive Konsequenzen für die Durchführungsobjektivität, -reliabilität und -validität, da so Einflüsse auf die Testsituation kontrolliert werden und gleiche Bedingungen für alle JIA-SuS herrschen.

3 Zentrale Ergebnisse der Evaluation und Prüfung der Hypothesen

Dieses Kapitel stellt eine Ergänzung und Erweiterung zu den Ergebnissen dar, die im Rahmen von *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)* präsentiert werden. Zur Orientierung werden folgend für die Unterkapitel identische Überschriften zu *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)* genutzt. Während *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)* als Zielgruppe die JIA-Lehrkräfte

³⁸ Hypothese 7: Es lassen sich bei der Versuchsgruppe Transferleistungen zwischen Kompetenzbereichen beobachten, die umso größer sind, je affiner die Anforderungsbereiche und je höher der erreichte Wissensstand im Kernbereich.

³⁹ Siehe *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)*

adressiert, fokussiert dieses Kapitel die Prüfung der Hypothesen und Fragestellungen, die in Kapitel 1 vorgestellt wurden.

Für die Analysen und Auswertungen wurden die Daten aus Längsschnitt 1 und Längsschnitt 3 herangezogen. Längsschnitt 2 wurde aufgrund der quantitativen und qualitativen Mängel innerhalb der Daten vollständig ausgeklammert.

3.1 Effekte der JIA auf nicht-kognitive Schülermerkmale

In diesem Kapitel werden ausgewählte Konstrukte aus Teil 1 des Fragebogens beleuchtet, und damit die Hypothesen 1, 2 und 5 aufgegriffen.

3.1.1 Fähigkeitsselbstkonzept und Fachinteresse

Zu den Zielsetzungen der JIA gehört, das Fähigkeitsselbstkonzept in Bezug auf Technik sowie das technikbezogene Fachinteresse zu fördern. Daher wurde Hypothese 1⁴⁰ formuliert und soll folgend zunächst für das Fachinteresse und anschließend das Fähigkeitsselbstkonzept geprüft werden.

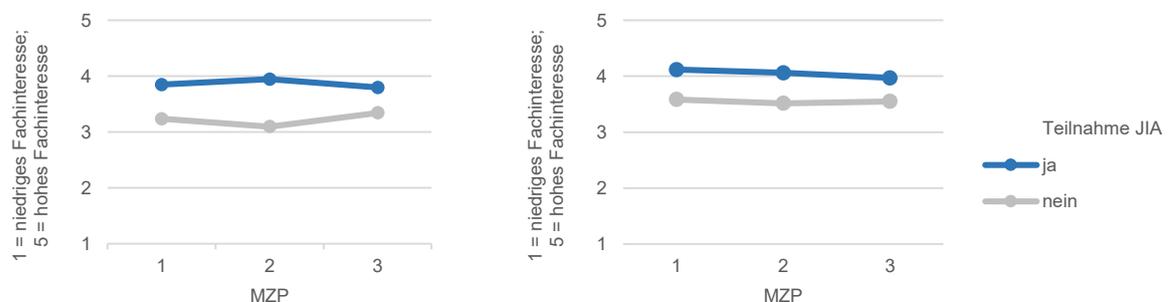


Abbildung 3 Entwicklung des Fachinteresses in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)

	Längsschnitt 1				Längsschnitt 3		
	MZP 1	MZP 2	MZP 3		MZP 1	MZP 2	MZP 3
JIA	MW = 3,85	MW = 3,95	MW = 3,80	JIA	MW = 4,12	MW = 4,06	MW = 3,97
KG	MW = 3,24	MW = 3,10	MW = 3,34	KG	MW = 3,58	MW = 3,52	MW = 3,55

Tabelle 10 Entwicklung des Fachinteresses in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)

Die SuS der JIA stiegen zu Beginn von allen drei Längsschnitten mit deutlich stärker ausgeprägtem Fachinteresse ein als die SuS der Kontrollgruppe. Auch zum Ende der jeweiligen JIA-Kurse wiesen die SuS der JIA ähnlich hohe Werte auf wie zu Beginn. Der JIA gelingt es somit, das vergleichsweise stark ausgeprägte Fachinteresse der SuS über die Zeit hinweg zu erhalten. Ob dabei die Entwicklungsverläufe bei den JIA-SuS günstiger ausfallen als bei der KG kann nicht letztgültig beantwortet werden: Während im ersten Längsschnitt zwischen MZP 1 und MZP 2 ein signifikant günstigerer Verlauf bei den JIA-SuS festgehalten werden konnte⁴¹, machte es das aufkommende Pandemiegeschehen zwischen MZP 2 und MZP 3 im ersten Längsschnitt unmöglich, valide Daten zu gewinnen und den weiteren

⁴⁰ Hypothese 1: Die Versuchsgruppe zeigt bezogen auf die fachlichen Interessen über die Zeit hinweg günstigere Verläufe in der Interessen- und Selbstkonzeptentwicklung als die Kontrollgruppe

⁴¹ Fachinteresse in der JIA nahm zu, während Fachinteresse in der KG abnahm

Verlauf realistisch nachzuzeichnen. Jener Befund konnte im dritten Längsschnitt nicht reproduziert werden: Hierbei wiesen sowohl die SuS der JIA als auch die SuS der KG vergleichbare Verläufe auf. Es muss an dieser Stelle allerdings auch erwähnt werden, dass ausgehend von dem einschlägigen Forschungsstand in den entsprechenden Alterskohorten generell eine Abnahme des Interesses im MINT-Bereich zu erwarten gewesen wäre, welche hier ausbleibt. Das Interesse der SuS auf dem eingangs aufgezeigten, hohen Niveau zu halten ist in diesem Kontext als Erfolg zu bewerten, während die Stabilität des Fachinteresses bei den SuS der KG im dritten Längsschnitt so nicht zu erwarten war, jedoch aufgrund der Zusammensetzung der KG nicht verwunderlich ist.

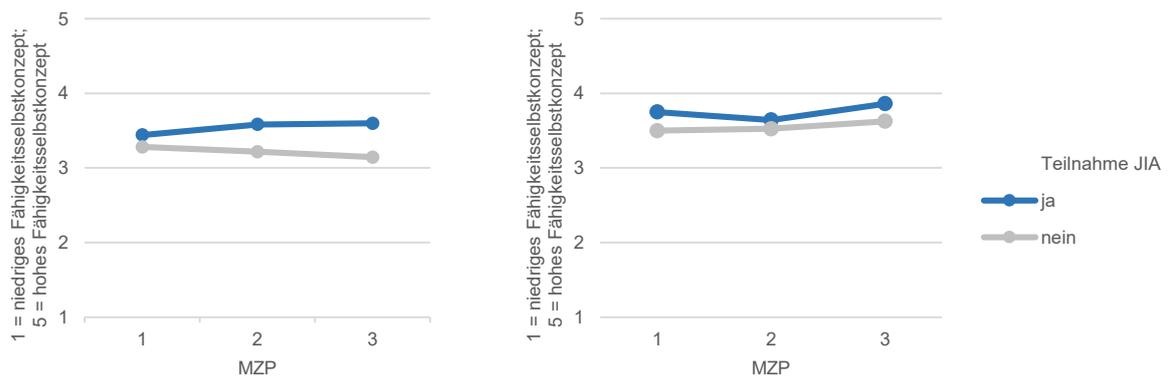


Abbildung 4 Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts (absolut) in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)

	Längsschnitt 1				Längsschnitt 3		
	MZP 1	MZP 2	MZP 3		MZP 1	MZP 2	MZP 3
JIA	MW = 3,44	MW = 3,58	MW = 3,60	JIA	MW = 3,75	MW = 3,64	MW = 3,86
KG	MW = 3,28	MW = 3,22	MW = 3,14	KG	MW = 3,50	MW = 3,53	MW = 3,63

Tabelle 11 Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts (absolut) in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)

Bezogen auf das Fähigkeitsselbstkonzept zeichnet sich ein ähnliches Bild ab wie beim Fachinteresse. Die SuS der JIA stiegen zu Beginn von allen drei Längsschnitten mit stärker ausgeprägten Fähigkeitsselbstkonzepten ein als die SuS der Kontrollgruppe. Zum Ende der jeweiligen JIA-Kurse wiesen die SuS der JIA tendenziell noch höhere Werte auf, während die Werte der Kontrollgruppe tendenziell stagnierten oder (wie im ersten Längsschnitt) leicht sanken. Auch beim Fähigkeitsselbstkonzept war zwischen MZP 1 und MZP 2 im ersten Längsschnitt ein signifikant unterschiedlicher Verlauf zugunsten der JIA-SuS beobachtbar, der sich im dritten Längsschnitt nicht erneut zeigte. Die Fähigkeitsselbstkonzepte der SuS der JIA und der KG blieben über den Erhebungszeitraum hinweg weitgehend stabil. Diese Stabilität im Fähigkeitsselbstkonzept wie auch im Fachinteresse der SuS der Kontrollgruppe deuten darauf hin, dass die Zusammensetzung der Kontrollgruppe nicht der zu erwartenden Zusammensetzung einer randomisierten Schülerschaft in der entsprechenden Alterskohorte gleichkommt. Auch der vergleichsweise hohe Anteil der Jungen in der Kontrollgruppe im dritten Längsschnitt (70 %) und die gewählten Fächer des Wahlpflichtbereichs erhärtet diese Vermutung. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass die Kontrollgruppe des dritten Längsschnitts somit technikaffiner ist als es in der

Grundgesamtheit der Fall wäre und dies die Vergleichbarkeit der Verläufe näherungsweise erklärt. Auch beim Fähigkeitsselbstkonzept gilt, wie auch beim Fachinteresse, dass eine Abnahme der Werte zu erwarten wäre, welche ausbleibt. Die JIA schafft es auch hier die vergleichsweise starken Fähigkeitsselbstkonzepte der SuS zu erhalten.

3.1.2 Berufliches Interesse

Für die beruflichen Interessen wurden im Kontext von Hypothese 2⁴² alle Dimensionen des RIASEC-Modells im Einzelnen hinsichtlich erkennbarer Entwicklungen betrachtet. Da die gewonnenen Erkenntnisse diesbezüglich für alle Dimensionen weitestgehend identisch sind, wurde nachfolgend zur Veranschaulichung eine Skala gebildet, die alle beruflichen Interessen vereint. Hierfür wurde für alle SuS aus der Summe aller Dimensionen der Durchschnitt gebildet.

Grundsätzlich sind bei den SuS der JIA ausgeprägte und bei den Mädchen zudem vergleichsweise breit gefächerte, berufliche Interessen aufzufinden. Insgesamt weisen die SuS der JIA ein erwartbar ausgeprägtes Interesse in den Bereichen Realistic und Investigative auf. Im dritten Längsschnitt sind auch im Bereich Enterprising deutliche Interessensausprägungen im Vergleich zur Kontrollgruppe auszumachen. Überraschend ist das vergleichsweise stark ausgeprägte Interesse v.a. der JIA-Schülerinnen im Bereich Artistic.

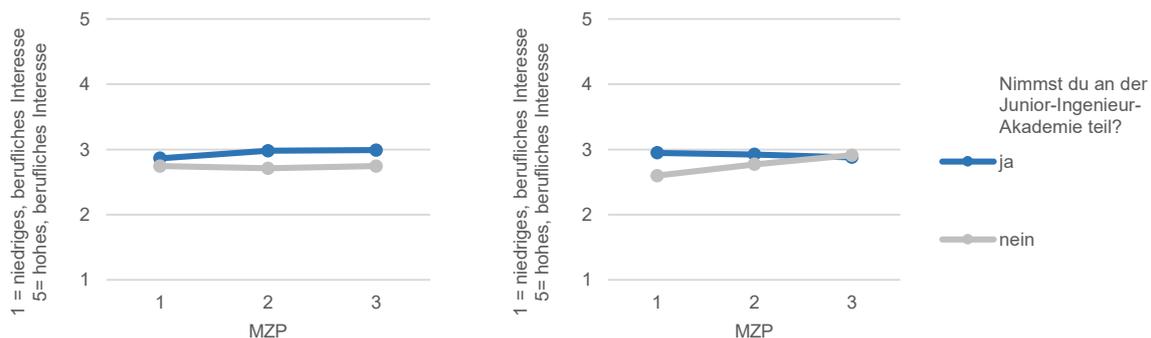


Abbildung 5 Entwicklung der beruflichen Interessen in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)

	Längsschnitt 1				Längsschnitt 3		
	MZP 1	MZP 2	MZP 3		MZP 1	MZP 2	MZP 3
JIA	MW = 2,86	MW = 2,98	MW = 2,99	JIA	MW = 2,97	MW = 2,92	MW = 2,88
KG	MW = 2,74	MW = 2,71	MW = 2,74	KG	MW = 2,60	MW = 2,77	MW = 2,91

Tabelle 12 Entwicklung des beruflichen Interesses in Längsschnitt 1 (links) und Längsschnitt 3 (rechts)

Berufliche Interessen werden in der Forschung als stabile Persönlichkeitsmerkmale i.S.v. dispositionalen Interessen betrachtet und sind in diesem Kontext nur schwer beeinflussbar bzw. veränderbar (Hartmann 2018). Entsprechend sind sowohl bei Kontrollgruppe wie auch bei der JIA kaum Entwicklungen auszumachen. D.h. auch, dass die beruflichen Interessen bei den JIA-SuS über die Zeit hinweg weitgehend erhalten bleiben, sodass Hypothese 2 teilweise bestätigt werden kann: Die beruflichen

⁴² Hypothese 2: In der Versuchsgruppe gelingt es, berufliche Interessen im MINT-Bereich eher zu stabilisieren bzw. positiv zu stimulieren als in der Kontrollgruppe.

Interessen bleiben bei den JIA-SuS auf einem stabilen, höheren Niveau als bei den SuS der Kontrollgruppe. Interessanterweise ist bei den SuS der Kontrollgruppe im dritten Längsschnitt jedoch eine Zunahme des beruflichen Interesses feststellbar, diese ist maßgeblich auf eine Zunahme des Interesses im Bereich Realistic zurückzuführen. Abermals erhärtet sich die Vermutung, dass die SuS der KG in Ihren Einstellungen und Interessen der Grundgesamtheit eher weniger entsprechen und eine höher als anzunehmende Technikaffinität in jener Gruppe besteht.

Abschließend lässt sich zu den JIA-SuS zusammenfassend sagen, dass es diesen in Hinblick auf berufliche Interessen nicht nur um die Beschäftigung mit technischen Dingen und praktischem Arbeiten mit handfesten Ergebnissen geht. Sie wollen v.a. lösungsorientiert, forschend und entwickelnd arbeiten. Insbesondere jene mit solchen ausgeprägten „investigativem“ Interesse weisen höhere Wahrscheinlichkeiten auf eine berufliche Zukunft im MINT-Bereich anzugehen.

3.1.3 Nachhaltigkeit der Effekte

Die Nachhaltigkeit der Effekte⁴³ sollte ursprünglich über das Follow-Up geprüft werden, indem die JIA-SuS und den SuS der Kontrollgruppe 4-6 Monate nach dem Abschluss der JIA bezüglich der Konstrukte des Fragebogens (Teil 1) erneut befragt werden.

Im Projektverlauf wurde jedoch, hauptsächlich bedingt durch die Covid19-Pandemie und den dazugehörigen Anpassungen der Evaluation, letztlich auf ein Follow-Up in allen drei Längsschnitten verzichtet. Entsprechend kann diese Hypothese nicht so geprüft werden, wie ursprünglich vorgesehen.

Die Frage nach der Nachhaltigkeit von Interventionsmaßnahmen ist jedoch im Kontext der Evaluation bedeutsam, denn das Nachhaltigkeitsproblem ist theoretisch gut erklärbar: Maßnahmen, wie die JIA, sind nicht der einzige Einfluss, der auf die SuS genommen wird, denn die SuS machen ebenso einschlägige Erfahrungen im regulären Unterricht und im privaten Sozialisationsumfeld, wobei diese Erfahrungen ggf. widersprüchlich sind bzw. kontraproduktiv wirken (Nickolaus 2017).

Im Rahmen der Hypothese sollte geprüft werden, ob sich der positive Einfluss der JIA dahingehend auswirkt, dass mögliche, widersprüchliche oder kontraproduktive Erfahrungen aus anderen Kontexten kompensiert werden, sodass über die JIA hinaus Stabilität in den Ausprägungen erkennbar ist.

Auf der Grundlage dieser Überlegungen lässt sich die Hypothese zur Nachhaltigkeit in eine offene Frage umformulieren: Welche Auswirkungen hat die JIA über ihre Laufzeit hinaus auf die SuS?

Zur Beantwortung dieser Fragestellung können die Items zur späteren Kurs-⁴⁴ und Berufswahl⁴⁵ herangezogen werden, die zu MZP 3 im Fragebogen enthalten waren.

Die JIA-SuS können sich signifikant häufiger vorstellen, bei der Kurswahl eine Vertiefung im naturwissenschaftlichen oder technischen Bereich zu belegen ($MW_{JIA} = 4,1$; $MW_{KG} = 3,3$; $p < 0,001$; Cohen's $d^{46} = 0,68$). Auch hinsichtlich der Berufsplanung sind die JIA-SuS offener für eine Zukunft im MINT-

⁴³ Hypothese 5: Die Effekte sind nachhaltig.

⁴⁴ Item: Ich kann mir vorstellen, bei der Kurswahl eine Vertiefung (vierstündiges Fach) im naturwissenschaftlichen oder technischen Bereich zu belegen. (1 = trifft nicht zu; 5 = trifft zu)

⁴⁵ Item: Ich kann mir vorstellen, einen Beruf im naturwissenschaftlichen oder technischen Bereich zu ergreifen. (1 = trifft nicht zu; 5 = trifft zu)

⁴⁶ Interpretation von Effektstärken:

Kleiner 0,1:	kein Effekt
0,1 bis 0,5:	kleiner Effekt
0,5 bis 0,7:	mittlerer Effekt
Größer 0,7:	großer Effekt

Bereich als die SuS der Kontrollgruppe ($MW_{JIA} = 4,0$; $MW_{KG} = 3,5$; $p < 0,05$; Cohen's $d = 0,43$). Wie in Abbildung 6 zu sehen, geht dieser Effekt größtenteils auf die Differenz der JIA-Mädchen und KG-Mädchen zurück.

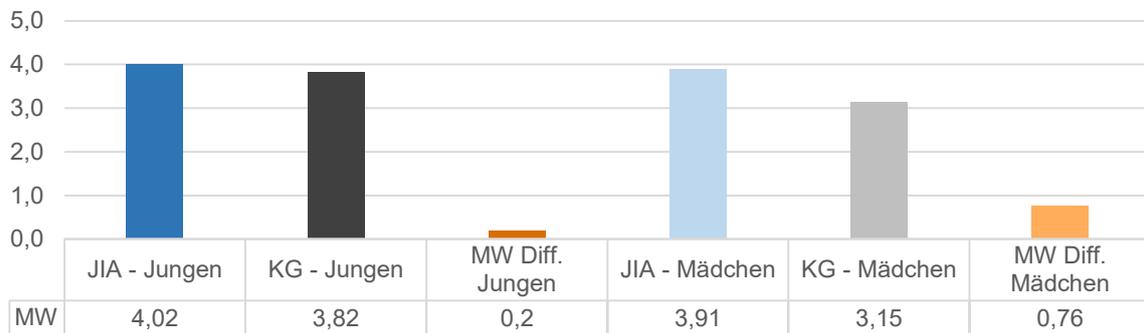


Abbildung 6 Perspektive zur Berufswahl im MINT-Bereich

Aus einem vorherigen Projekt⁴⁷, welches am Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Stuttgart durchgeführt wurde, liegen Daten zum Wahlpflichtfach *Naturwissenschaft und Technik* (NwT) vor. Der NwT-Unterricht wird an allen Gymnasien Baden-Württembergs als vierstündiges Wahlfach von Klassenstufe 8 bis Klassenstufe 10 angeboten. Thematisch orientiert sich der NwT-Unterricht an MINT-Themen, die in Projekten von den SuS ausgearbeitet werden, wobei es kein einheitliches Curriculum gibt. Damit ist der NwT-Unterricht sowohl methodisch als auch inhaltlich mit der JIA vergleichbar. Auch die NwT-SuS wurden zum Ende der Maßnahme (Klassenstufe 10) gefragt, ob sie sich vorstellen können, einen Beruf im naturwissenschaftlichen oder technischen Bereich zu ergreifen.

Obwohl der NwT-Unterricht mit einer Dauer von drei Jahren als Maßnahme ein Jahr länger dauert, als die JIA, zeigen die NwT-SuS im Mittel geringere Ausprägungen hinsichtlich des Interesses an einer beruflichen Zukunft und es zeigt sich eine größere Differenz hinsichtlich der Geschlechter zugunsten der Jungen (siehe Abbildung 7).

Trotz kürzerer Dauer zeigt die JIA im Vergleich zum NwT-Unterricht hier deutliche Effekte zugunsten einer potentiellen Zukunft im MINT-Bereich, woraus sich mögliche Effekte für die berufliche Zukunft der SuS und damit zur Nachhaltigkeit der JIA ableiten lassen.



Abbildung 7 Perspektive zur Berufswahl im MINT-Bereich im Vergleich zu SuS des NwT-Unterrichts

⁴⁷ Projekt: Interessen- und Kompetenzentwicklung im NwT-Unterricht (gefördert durch die Vector Stiftung)

3.2 Fachkompetenzerwerb

Aufgrund der inhaltlichen Anpassungen des Fachtests (beschrieben in Kapitel 2.1.3, Kapitel 2.2.3 und Kapitel 2.3.3) ist eine Überprüfung von Hypothese 7⁴⁸ mit den erhobenen Daten nicht mehr möglich. Zu Längsschnitt 1 wurden zwar die entsprechende Basis durch den Fachtest zu MZP 1 gelegt, jedoch wären die dazugehörigen Daten aus MZP 3 unbedingt für die Prüfung von Hypothese 7 erforderlich, und diese liegen aufgrund der Covid19-Pandemie nicht in entsprechender Qualität und Quantität vor. Der methodisch und thematisch veränderte Zuschnitt zu Längsschnitt 3 nimmt keinen Bezug mehr zu dieser Hypothese.

Für die Analyse zu Hypothese 6⁴⁹ ist zwar die Abstimmung zwischen dem Fachtest und dem Curriculum der jeweiligen JIA gegeben, jedoch kann in Längsschnitt 1 keine Analyse des Zuwachses erfolgen, weil der Fachtest zu jedem MZP anders aufgebaut ist, die Validität zu MZP 3 nicht gegeben ist und die Stichproben aufgrund der Sterblichkeit im Längsschnitt zu klein werden, um eine entsprechende, längsschnittliche Analyse über Ankeritems durchzuführen. Auch im Längsschnitt 3 sind die Stichproben für die meisten Testsets zu gering, um eine längsschnittliche Analyse angemessen durchzuführen.⁵⁰ Statt der Bearbeitung der Hypothesen konnten auf der Grundlage der Analysen der Antworten der SuS Themenschwerpunkte und -schnittmengen der JIA-Kurse sowie Fehlkonzepte der SuS identifiziert werden⁵¹. Ergänzend hierzu werden in den folgenden Kapiteln die querschnittlichen Ergebnisse der Fachtests in Längsschnitt 1 und Längsschnitt 3 skizziert.

3.2.1 Ergebnisse des Fachtests in Längsschnitt 1

Da die Testsets zu den einzelnen MZP nicht identisch sind (siehe Tabelle 4), kann die längsschnittliche Entwicklung in den Themenbereichen Elektrotechnik, Automatisierungstechnik und Robotik sowie Projektmanagement durch die Darstellung in Abbildung 8 erahnt, jedoch wissenschaftlich nicht fundiert bestätigt werden. Zudem ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die Daten zu MZP 3 aufgrund der Covid19-Pandemie nur bedingt interpretierbar sind.

Zu MZP 1 haben wir in allen Themenbereichen Gendereffekte: die Jungen starten mit einem höheren Vorwissen in Elektrotechnik ($MW_{\text{Mädchen}} = 7,3$; $MW_{\text{Jungen}} = 8,8$; $p = 0,10$ ⁵²; Cohen's $d = 0,15$) und Erneuerbaren Energien ($MW_{\text{Mädchen}} = 13,4$; $MW_{\text{Jungen}} = 21,7$; $p < 0,001$; Cohen's $d = 0,67$); die Mädchen haben ein höheres Vorwissen in Projektmanagement ($MW_{\text{Mädchen}} = 50,9$; $MW_{\text{Jungen}} = 44,7$; $p < 0,001$; Cohen's $d = 0,4$) sowie (entgegen der Erwartungen) in Automatisierungstechnik und Robotik ($MW_{\text{Mädchen}} = 54,5$; $MW_{\text{Jungen}} = 51,0$; $p < 0,05$; Cohen's $d = 0,18$). Zu MZP 2 haben wir keine Gendereffekte. Das bedeutet, dass die JIA in den Themenfeldern Elektrotechnik sowie Automatisierungstechnik und Robotik das

⁴⁸ Hypothese 7: Es lassen sich bei der Versuchsgruppe Transferleistungen zwischen Kompetenzbereichen beobachten, die umso größer sind, je affiner die Anforderungsbereiche und je höher der erreichte Wissensstand im Kernbereich.

⁴⁹ Hypothese 6: Es lassen sich vor allem in den curricular abgedeckten Bereichen substantielle Kompetenzzuwächse beobachten.

⁵⁰ Ausnahmen: Automatisierungstechnik und Robotik, sowie Bautechnik und Konstruktion in Längsschnitt 3, Details dazu in *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)*

⁵¹ Siehe *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)*

⁵² Bei einer Signifikanz von $0,5 < p \leq 0,10$ ist das Ergebnis streng genommen nicht signifikant, jedoch wird dies als Trend bezeichnet. Hier ist die Vermutung naheliegend, dass unter anderen Bedingungen, beispielsweise mit einer höheren Stichprobengröße, ein signifikantes Ergebnis erzielt worden wäre.

Fachkompetenzniveau angleicht. Dieses Ergebnis ist erfreulich und positiv überraschend, da insbesondere die Themenfelder Elektrotechnik sowie Automatisierungstechnik und Robotik eher mit Jungen in Zusammenhang gebracht werden. Die Ergebnisse zu MZP 3 sind aufgrund der geringen Stichprobengröße und der Umsetzung der JIA unter erschwerten Covid19-Pandemie-Bedingungen und entsprechenden Abweichungen vom Normalzustand jedoch kritisch zu sehen und lassen eher Vermutungen als Aussagen zu. Auch hier zeigen sich vereinzelt Gendereffekte, wobei zu vermuten ist, dass es den Mädchen schwieriger gefallen ist, Elektrotechnik ($MW_{\text{Mädchen}} = 14,9$; $MW_{\text{Jungen}} = 27,1$; $p = 0,10$; Cohen's $d = 0,80$) sowie Luft- und Raumfahrt ($MW_{\text{Mädchen}} = 30,6$; $MW_{\text{Jungen}} = 43,8$; $p = 0,07$; Cohen's $d = 1,06$) im digitalen Setting anzunehmen, als den Jungen. Im Projektmanagement zeigen die Mädchen weiterhin Vorteile ($MW_{\text{Mädchen}} = 64,4$; $MW_{\text{Jungen}} = 46,0$; $p = 0,06$; Cohen's $d = 0,75$). Die anderen thematischen Schwerpunkte scheinen beide Geschlechter hinsichtlich des Kompetenzerwerbs angesprochen zu haben.

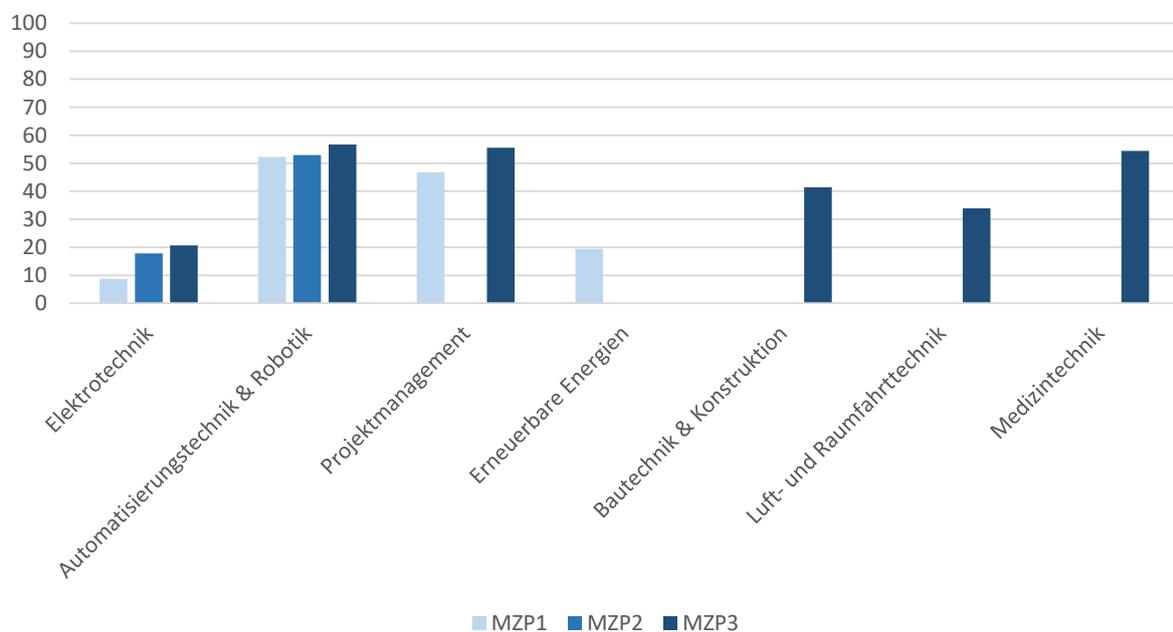


Abbildung 8 Mittlere Lösungsquote in % (Längsschnitt 1)

Die mittleren Lösungsquoten liefern zudem erfreuliche Indizien dafür, dass die Aufgaben innerhalb des Fachtests Themenkontexte abdecken, die innerhalb der JIA behandelt werden, und die Testinstrumente sowohl leichte als auch schwierige Aufgaben beinhalten, sodass Varianzen in der Fachkompetenz entsprechend abgebildet werden können. Auf der Grundlage der Erkenntnisse aus Längsschnitt 1 wurden die Testsets für Längsschnitt 2 und Längsschnitt 3 optimiert.

3.2.2 Ergebnisse des Fachtests in Längsschnitt 3

Eine detaillierte Analyse der Daten aus Abbildung 9 ist in *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)* aufgeführt. Entsprechend sollen an dieser Stelle lediglich die zentralen Ergebnisse aufgegriffen und skizziert werden. Die mittleren Lösungsquoten sind auch hier so zu interpretieren, dass die Aufgaben innerhalb des Fachtests Themenkontexte abdecken, die innerhalb der JIA behandelt werden,

und die Testinstrumente sowohl leichte als auch schwierige Aufgaben beinhalten, sodass Varianzen in der Fachkompetenz entsprechend abgebildet werden können.

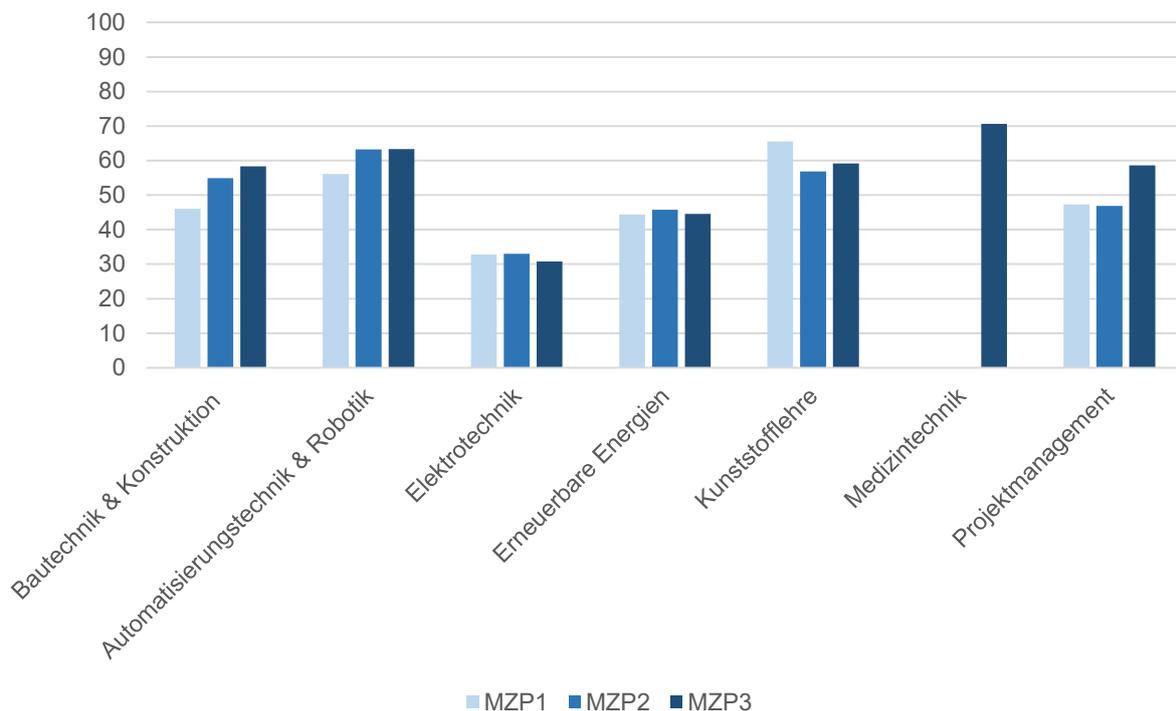


Abbildung 9 Mittlere Lösungsquote in % (Längsschnitt 3)

Eine längsschnittliche Betrachtung ist lediglich für die Testsets Automatisierungstechnik und Robotik sowie Bautechnik und Konstruktion möglich. Die vermutete Entwicklung in Automatisierungstechnik und Robotik lässt sich durch den echten Längsschnitt belegen ($\eta^2 = 0,1$; $p < 0,05$), wobei es keine Geschlechtereffekte gibt. Entsprechend konnte dieses, eher männlich attribuierte Themenfeld, im Rahmen der JIA so aufbereitet werden, dass alle SuS dadurch abgeholt werden konnten. Der echte Längsschnitt zu Bautechnik und Konstruktion zeigt hingegen, dass es zwar keinen signifikanten Geschlechtereffekt hinsichtlich der Entwicklung in diesem Themenfeld gibt, jedoch die JIA-Mädchen mit geringer Fachkompetenz starten und sich parallel zu den Jungen entwickeln.

Während sich bei den Testsets zu Elektrotechnik und Erneuerbare Energien die Werte zu allen MZP auf querschnittlicher Ebene auf einem vergleichbaren Niveau bewegen, ist im Testset zum Projektmanagement der Wert zu MZP 3 nennenswert höher. Die Aufgaben zum Projektmanagement sind gerade deshalb von besonderem Interesse, da die JIA zwar in Projekten durchgeführt wird und diese Thematik daher zwar eine Rolle spielt, jedoch kaum explizit thematisiert wird. Hier können Transferleistungen von Projektumsetzung der JIA auf den allgemeinen Projektkontext analysiert werden, wobei sich zeigt, dass der hohe Mittelwert in der Lösungsquote insbesondere auf die Mädchen zurückzuführen ist ($\Delta_{\text{Mittelwert}} = 16,3$ Prozentpunkte; Cohens $d = 1,4$; $p = 0,03$). Scheinbar fällt es den Mädchen leichter als den Jungen, die im Kontext schulischer MINT-spezifischer Projekte implizit erworbenen Fachkompetenzen auf andere Bereiche zu transferieren, wobei sich abzeichnet, dass es hier generell individuelle Unterschiede gibt, sodass es einzelnen SuS leichter fällt, ohne explizite Unterstützung

den Transfer zu leisten. Durch die Betrachtung dieser Ergebnisse konnte Hypothese 7⁵³ zumindest im Kontext des Projektmanagements ansatzweise beleuchtet werden.

3.3 Wahrgenommene Durchführungsqualität der JIA

In diesem Kapitel werden die erhobenen Daten der JIA-SuS näher beleuchtet, um Aussagen über die wahrgenommene Durchführungsqualität der JIA sowie die Effekte der JIA auf die SuS zu untersuchen. Entsprechend wurden für die Analysen, wenn nicht anders gekennzeichnet, ausschließlich die Angaben der JIA-SuS berücksichtigt, selbst wenn über Konstrukte aus Teil 1 des Fragebogens berichtet wird. Die Berücksichtigung der Kontrollgruppe dient in diesem Kapitel ausschließlich zur Einordnung der JIA-Befunde.

3.3.1 Binnendifferenzierung bezüglich der Eingangswerte

Für die die Auswertung zur Binnendifferenzierung wurden sowohl die Konstrukte aus Teil 1 als auch Teil 2 des Fragebogens zu Längsschnitt 3 herangezogen, wobei nochmals betont sei, dass innerhalb dieser Auswertung ausschließlich die SuS der JIA berücksichtigt werden. Exemplarisch wird Hypothese 4⁵⁴ folgend für das Fachinteresse geprüft und des Weiteren im Kontext der Konstrukte Fachinteresse, Fähigkeitsselbstkonzept, Kompetenzerleben und Autonomieunterstützung beleuchtet, wofür entsprechende Gruppen gebildet und analysiert wurden.

Im Zuge der Hypothesenformulierung zu Projektbeginn wurde angemerkt, dass es mit zunehmendem Alter schwieriger wird, relativ stabile Merkmale wie fachliche Interessen und Selbstkonzepte positiv zu stimulieren (Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012) bzw. unterstellt werden kann, dass für spezifische Personengruppen auch unterschiedliche Effektwahrscheinlichkeiten bestehen. Denkbar wäre beispielsweise, dass vor allem bei Kindern und Jugendlichen mit mittleren Ausprägungen im Interessen- und Selbstkonzeptbereich besonders große Chancen bestehen, Effekte zu erzielen, da bei den schon im Vorfeld stark Interessierten aufgrund von Deckeneffekten wenig Entwicklungsdynamik erwartet werden kann und besonders schwach Interessierte schwer erreichbar sind.⁵⁵

Bzgl. des Fachinteresses zeigen sich bei jenen mit hohen Ausprägungen durchaus Deckeneffekte und somit eine Stabilität des vergleichsweise hohen Interesses (MW_{MZP1} : 4,74; MW_{MZP2} : 4,67). Da die Fallzahlen bei längsschnittlicher Betrachtung von drei Gruppen (geringe, mittlere und hohe Eingangsausprägung) insbesondere bei jenen mit nicht hohen Ausprägungen relativ gering ausfielen, wurden de Weiteren zwei Gruppen gebildet (eher höheres [Gruppe 2] und eher niedrigeres [Gruppe 1] Interesse bei Eingang). Hier zeigen sich die eben beschriebenen Deckeneffekte bei jenen mit eher höherem Interesse, während bei jener Gruppe mit vergleichsweise niedrigeren Ausprägungen eine Zunahme des Fachinteresses zu beobachten ist. Spannend ist, dass bei näherer Betrachtung der Ausprägungen

⁵³ Hypothese 7: Es lassen sich bei der Versuchsgruppe Transferleistungen zwischen Kompetenzbereichen beobachten, die umso größer sind, je affiner die Anforderungsbereiche und je höher der erreichte Wissensstand im Kernbereich.

⁵⁴ Hypothese 4: Die Effekte im Interessenbereich sind bei jenen Jugendlichen mit mittleren Ausprägungen zu Beginn der Maßnahme größer als bei jenen mit stark ausgeprägten Interessen.

⁵⁵ Für jedes Konstrukt wurden die JIA-SuS in zwei Gruppen geteilt: Gruppe 2 weist zu MZP 1 bereits eine hohe Ausprägung auf, Gruppe 1 eine vergleichsweise niedrigere.

beider Gruppen weitere signifikante Hinweise zu finden sind, die auf günstigere Verläufe bei jenen mit niedrigen und mittleren Eingangsausprägungen in Bezug auf die Interessenentwicklung hindeuten.

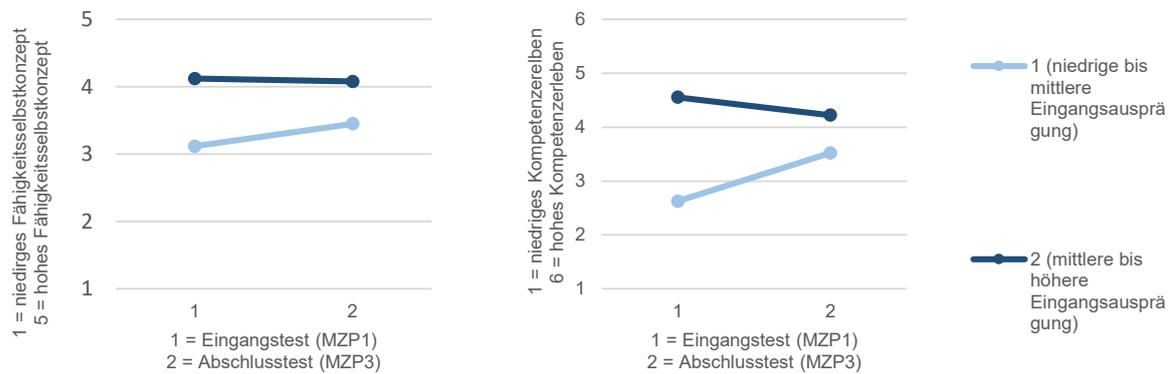


Abbildung 10 Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts (links) und Kompetenzerlebens (rechts)

	Fähigkeitsselbstkonzept			Kompetenzerleben	
	MZP 1	MZP 3		MZP 1	MZP 3
Mittlere bis hohe Eingangswerte	MW = 4,12	MW = 4,08	Mittlere bis hohe Eingangswerte	MW = 4,56	MW = 4,22
Niedrige bis mittlere Eingangswerte	MW = 3,12	MW = 3,45	Niedrige bis mittlere Eingangswerte	MW = 2,63	MW = 3,52

Tabelle 13 Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts (links) und Kompetenzerlebens (rechts)

Bzgl. des Kompetenzerlebens ist eine erhebliche Zunahme bei Gruppe 1 feststellbar, während die Werte bei Gruppe 2 stagnieren (Abbildung 10). Auch in der wahrgenommenen Autonomierunterstützung reproduziert sich jenes Verhältnis. Hier nimmt die Einschätzung von Gruppe 2 über die Zeit hinweg gar ab, während die Ausprägungen bei Gruppe 1 steigen. Bzgl. des Themeninteresses zeichnet sich ein ähnliches Bild: Während des Themeninteresse bei Gruppe 2 tendenziell abnimmt, ist bei Gruppe 1 eine leichte Zunahme festzustellen. Auch bzgl. der Fähigkeitsselbstkonzepte, welche in starkem Zusammenhang mit Fachinteressensentwicklung gebracht werden, findet sich wieder der Befund, dass Gruppe 1 stärker zu profitieren scheint (Zunahme über die Zeit hinweg) als Gruppe 2 (Stabilität)(Abbildung 10).

Obleich bei der Betrachtung von drei Gruppen die Gruppengrößen für haltbare Analysen tendenziell zu klein ausfallen, lässt sich jedoch daraus der Hinweis ziehen, dass die genannten Effekte bei jenen mit geringeren Ausprägungen noch stärker ausfallen als bei jenen mit mittleren Ausprägungen. Bei der Gruppe mit den starken Ausprägungen sehen wir eher Deckeneffekte und somit eine Stabilität der hohen Ausprägungen. Insgesamt kann Hypothese 4 damit z.T. bestätigt und dabei erweitert werden: Die Effekte sind bei jenen Jugendlichen mit mittleren und insbesondere mit geringeren Ausprägungen zu Beginn der Maßnahme größer als bei jenen mit stark ausgeprägten Eingangswerten. Je geringer die Eingangsausprägung, desto höher die Wahrscheinlichkeit einer positiven Entwicklung i.S. einer wünschenswerten Zunahme von Ausprägungen wie Fachinteressen, Themeninteressen etc.

3.3.2 Binnendifferenzierung im Gendervergleich

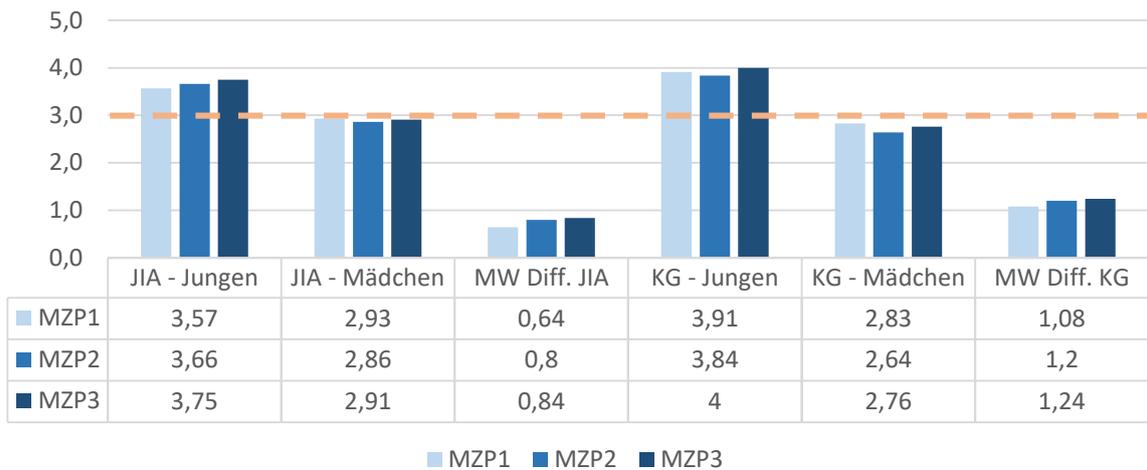


Abbildung 11 Fähigkeitsselbstkonzept (sozial) im Geschlechtervergleich⁵⁶

Die Betrachtung der Werte und Entwicklungen im Spiegel der Geschlechter bringt insgesamt eine interessante Befundlage mit sich, welche darauf hindeutet, dass im speziellen die Schülerinnen vom Besuch der JIA deutlich profitieren und bei jenen durch den Besuch der JIA wünschenswerte Entwicklungen angestoßen werden: Erwartungskonform weisen in beiden Längsschnitten die Schülerinnen ein geringeres Fachinteresse auf als die Schüler. In der JIA sind diese Geschlechterunterschiede jedoch geringer als in der Kontrollgruppe. Ähnlich ist es auch bzgl. der Fähigkeitsselbstkonzepte: Hier sind die festgestellten Geschlechterunterschiede wiederum in der JIA geringer als in der Kontrollgruppe. Das Fähigkeitsselbstkonzept wurde darüber hinaus auch mit sozialem Bezug erhoben, so hatten die SuS innerhalb der Fragebögen auch angegeben wie fähig sie sich im Vergleich zum jeweils anderen Geschlecht einschätzen. Hierbei wurde deutlich, dass die SuS der Kontrollgruppe größere geschlechterbezogene Differenzen sehen als die SuS der JIA. Sowohl die Jungen wie auch die Mädchen der JIA schätzen ihre Fähigkeiten als vergleichbarer zum anderen Geschlecht ein als in der Kontrollgruppe. Gerade die Mädchen der JIA weisen diesbezüglich konsequent Werte nahe der 3 auf (2,86 - 2,93), welcher in der diesbezüglichen Skalierung die Bedeutung hat, keinerlei Unterschiede zwischen den eigenen Fähigkeiten und denen des anderen Geschlechts zu sehen (Abbildung 11).

Bzgl. der beruflichen Interessen ist die Gruppe der JIA-Schülerinnen die Gruppe mit den am stärksten ausgeprägten beruflichen Interessen, welche zudem weitgehend breit gefächert sind: So haben die Mädchen der JIA neben den technik- und forschungsbezogenen Interessensbereichen außerdem ein vergleichsweise ausgeprägtes Interesse im Bereich Social sowie im Bereich Enterprising.

Bezogen auf die Berufswahl im MINT-Bereich weisen die Mädchen der JIA Werte auf, welche vergleichbar sind zu jenen der JIA-Jungen und somit etwas höher als die Werte der KG-Jungen und deutlich größer als die Werte der KG-Mädchen. Die Differenz zwischen den Mädchen fällt dabei deutlich größer aus als die zwischen den Jungen.

Die Wahrnehmung der sozialen Einbindung steigt bei den Mädchen über den Zeitraum der JIA hinweg erheblich, ebenso verhält es sich mit dem subjektiven Wohlbefinden. An dieser Stelle besteht ein

⁵⁶ Entsprechende Abbildung zum beruflichen Interesse in *Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)*

signifikanter Gruppenunterschied mit mittlerem Effekt in längsschnittlicher Entwicklung zugunsten der Mädchen (MZP * Geschlecht: $p = ,016$; $\eta^2 = ,221$). Das lässt positive sowie langfristige Auswirkungen wahrscheinlich werden: Analysen im Zuge der JIA konnten zeigen, dass das Wohlbefinden insbesondere bei den Mädchen mittelstark mit dem Fachinteresse und dem Fähigkeitsselbstkonzept zusammenhängen. Auch konnte festgestellt werden, dass je höher die Wahrnehmung der sozialen Einbindung ausfällt, desto weniger fühlen sich die Mädchen in künftigen Auseinandersetzungen mit technischen Inhalten überfordert. Entsprechend kann also insbesondere den Mädchen unterstellt werden, dass besonders diese vom Besuch der JIA profitieren und eine nennenswerte Wahrscheinlichkeit besteht, dass sich diese auch langfristig in gewünschter Richtung weiterentwickeln.

3.3.3 Einflüsse auf Interesse und berufliche Perspektiven

Wie in Kapitel 2.1.2 bereits thematisiert, ist aufgrund der Fragebogenkonstruktion eine Überprüfung von Hypothese 3⁵⁷ nicht umsetzbar. Dennoch stellt sich die Frage, wie das Erleben der JIA mit Schülermerkmalen, wie Fähigkeitsselbstkonzept und Fachinteresse, sowie der Fachkompetenz in Relation steht und inwiefern sich diese Variablen gegenseitig beeinflussen.

Spätestens seit der bekannten „Hattie-Studie“⁵⁸ aus dem Jahre 2009 ist die herausragende Rolle der Lehrkräfte und deren Einstellungen und Persönlichkeitsmerkmalen in Hinblick auf den Lernerfolg von SuS bekannt (Steffens & Höfer 2014). Auch in den Analysen im Zuge der JIA konnten Hinweise auf bedeutsame, einflussnehmende Eigenschaften von Lehrkräften dargestellt werden. Im Ausmaß einzig vergleichbar zum Fähigkeitsselbstkonzept und beruflichen Interessen, konnte nachgewiesen werden, dass in der JIA das Interesse der Lehrkraft einen maßgeblichen Einfluss darauf nimmt, ob sich SuS eine berufliche Zukunft im MINT-Bereich vorstellen können und sich ihr Themeninteresse im MINT-Bereich positiv entwickelt. Das spricht für das Engagement der JIA-Lehrenden Begeisterung für die thematisierten Inhalte wecken zu wollen und ihr Interesse zu vermitteln. Erwartungskonform kommen neben dem Fähigkeitsselbstkonzept hier auch berufliche Interessen zum Tragen welche neben Intelligenz und Persönlichkeit maßgebliche, auf die Berufswahl bezogene, bekannte Faktoren darstellen (Pflanzl & Krammer 2017).

Es lässt sich somit zusammenfassend annehmen, dass insbesondere jene die mit einem starken Fähigkeitsselbstkonzept in die JIA einmünden oder dies dort entwickeln, welche erhebliches Interesse im forschend-entwickelnden beruflichen Bereich haben oder dieses entwickeln und auf eine JIA-Lehrkraft treffen, welche ihr Interesse deutlich macht und Begeisterung vorlebt, die höchsten Wahrscheinlichkeiten aufweisen eine berufliche Zukunft im MINT-Bereich anzustreben (Abbildung 12). In Anbetracht dessen, dass Fähigkeitsselbstkonzepte und berufliche Interessen weitgehend stabile Konstrukte sind, kommt somit dem Interesse der Lehrkraft in der JIA und dem Vorleben jener Begeisterung eine ganz zentrale Rolle in Hinblick auf die avisierten Ziele der JIA zu.

⁵⁷ Hypothese 3: Die Effekte erweisen sich bezogen auf Interessen, Selbstkonzepte und berufliche Orientierungen als abhängig von den parallelen Lerngelegenheiten im Unterricht und familiären Umfeld.

⁵⁸ Visible Learning / Lernen sichtbar machen

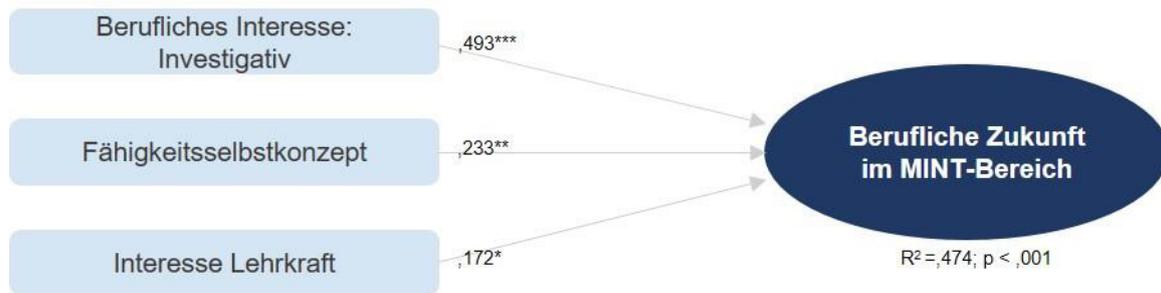


Abbildung 12 Regressionsmodell zu Einflussfaktoren auf die Berufswahl⁵⁹

Weitere Regressionsanalysen konnten den in der Forschung bekannten, engen Zusammenhang zwischen Fachinteresse und Fähigkeitsselbstkonzept auch in der JIA nachweisen. So hat das Fähigkeitsselbstkonzept von allen erhobenen Konstrukten den größten Einfluss auf das Fachinteresse und auch wechselseitig beeinflusst das Fachinteresse wiederum das Fähigkeitsselbstkonzept. Bzgl. der beruflichen Interessen zeigt sich beim Fachinteresse ein erheblicher Einfluss des beruflichen Interesses Realistic auf das Fachinteresse. Auf unterrichtlicher Seite wird bei der Analyse der Einflussfaktoren auf das Fachinteresse deutlich, dass hier insbesondere die Relevanz sowie die Aktivierung der Aufgaben Einfluss nehmen. Auch zeigt sich, wie zuträglich es ist, wenn Lernende bei aufkommenden Problemen aktive Coping-Strategien anwenden, welche das Fachinteresse positiv beeinflussen und dass es bzgl. des Fachinteresses eher hinderlich ist, wenn emotionale Coping-Strategien angewendet werden (also solche die Probleme eher prokrastinieren und verdrängen statt lösend anzugehen).

In Hinblick auf eine positive Entwicklung des Fachinteresses ist es also förderlich, wenn der Unterricht im Zuge der JIA aktivierende und anschauliche Aufgabenstellungen mit sich bringt, welche die Lernenden als relevant für sich und auch Ihren Schulalltag interpretieren. Ebenso förderlich ist es die Lernenden dahin zu motivieren Probleme lösend anzugehen und ihnen dabei ein Umfeld mit Herausforderungen zu schaffen das es ihnen ermöglicht sich als fähig und kompetent zu erleben (Abbildung 13).

⁵⁹ Legende zur Signifikanz:

*	0,01 ≤ p < 0,05
**	0,001 ≤ p < 0,01
***	p < 0,001

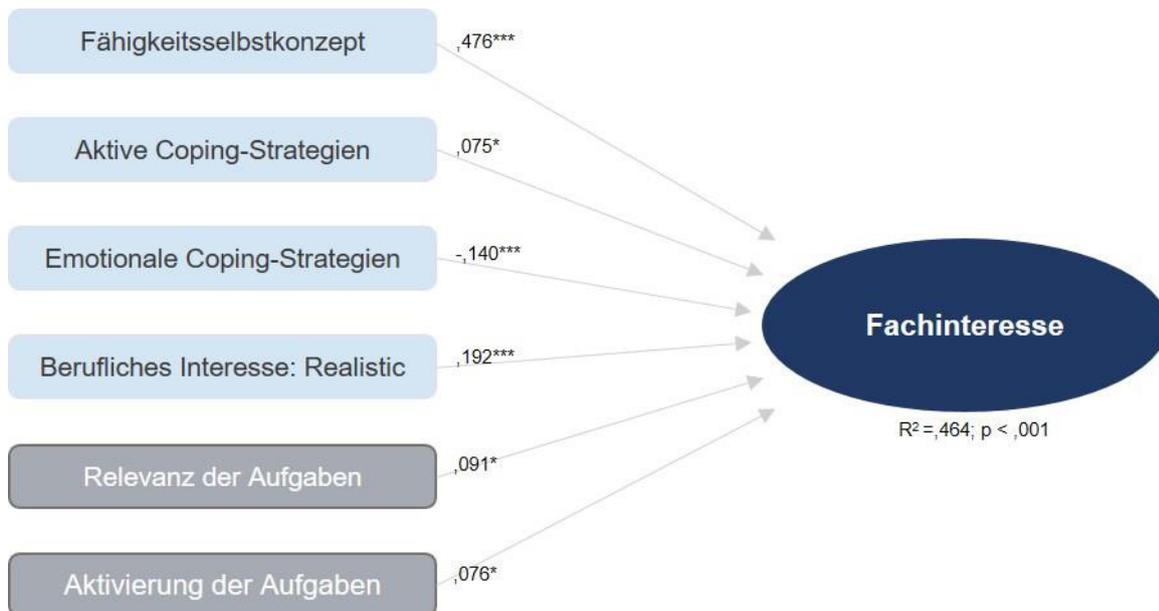


Abbildung 13 Regressionsmodell zu Einflussfaktoren zum Fachinteresse

Weitere Analysen bezogen auf das Themeninteresse unterstreichen erneut die Bedeutung des Fachinteresses. Auch kommen an der Stelle wieder die beruflichen Interessen Investigative und Realistic deutlich zum Tragen, über die die SuS der JIA in tendenziell höherem Ausmaß verfügen als die SuS der Kontrollgruppe. Wie in diesem Kapitel eingangs bereits angedeutet konnte ebenso nachgewiesen werden, dass bzgl. des Themeninteresses erneut dem Interesse der Lehrkraft eine zentrale Rolle als Einflussfaktor zugesprochen werden kann (Abbildung 14).

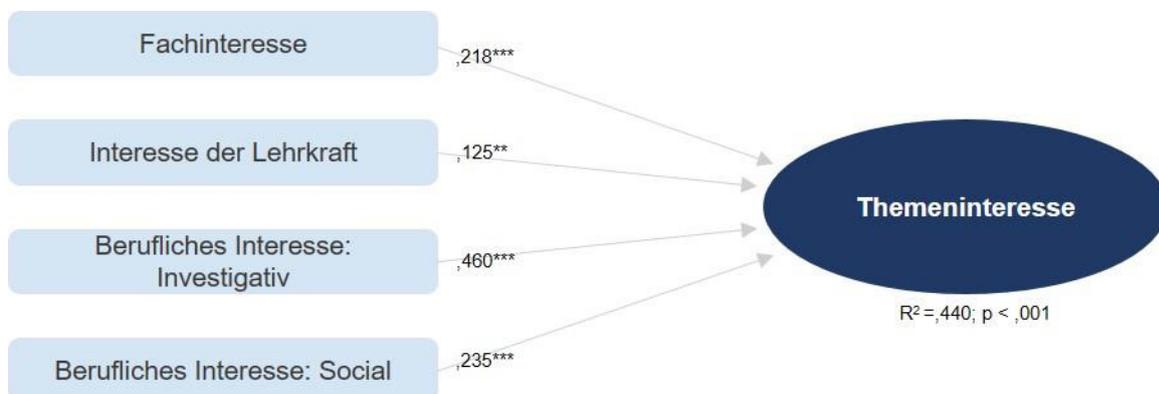


Abbildung 14 Regressionsmodell zu Einflussfaktoren zum Themeninteresse

Für die Konzeption eines Modells bezüglich der Entwicklung der Fachkompetenzen, wurden jene JIA-SuS herangezogen, die zu allen drei MZP im dritten Längsschnitt das Testset Automatisierungstechnik & Robotik bearbeitet haben. Da hier eine signifikante Entwicklung belegt werden konnte und eine hinreichend große Stichprobe vorliegt, erschien diese Auswahl geeignet. Die Modellrechnungen zeigten jedoch erwartungswidrige Befunde, weshalb die Zusammensetzung der Stichprobe genauer untersucht wurde. Die JIA-SuS, die über den gesamten Längsschnitt das Testset Automatisierungstechnik & Robotik bearbeiteten, unterscheiden sich in vielen Konstrukten signifikant von den anderen JIA-SuS.

Beispielsweise zeigen diese ein signifikant höheres Fähigkeitsselbstkonzept ($MW = 4,01$; Cohen's $d = 0,73$) sowie Fachinteresse ($MW = 4,18$; Cohen's $d = 0,86$), und trotz der gezeigten Kompetenzentwicklung ein vergleichsweise subjektiv niedrig eingeschätztes Kompetenzerleben ($MW = 3,52$; Cohens' $d = 1,20$). Aufgrund der ungewöhnlichen Zusammensetzung im Vergleich zur JIA-Gesamtheit, werden die Ergebnisse des Modells verzerrt und bilden lediglich die Effekte innerhalb dieser Gruppe ab. Entsprechend ist das Modul nicht repräsentativ für die JIA als solche und die Ergebnisse nicht sinnvoll interpretierbar, um allgemeine Aussagen abzuleiten. Entsprechend wird im Rahmen des Berichts auf die Darstellung der gerechneten Modelle verzichtet.

4 Zusammenfassung und Fazit

Für die Zusammenfassung der Ergebnisse werden die zentralen Fragestellungen und damit einhergehenden Zielsetzungen der JIA, wie sie den Lehrkräften über die Projektlaufzeit präsentiert wurden, herangezogen. Die Formulierung von Fragestellung zwei und drei⁶⁰ dienen der Veranschaulichung, sind jedoch nicht trennscharf und werden im Rahmen der Zusammenfassung in Kapitel 4.2 zusammengefasst und gemeinsam beleuchtet.

4.1 Entwicklung von Interessen und Kompetenzen im Bereich Technik

Bei der Analyse von Schülerinteressen wurden hinsichtlich Fachinteresse, beruflichem Interesse und Themeninteresse unterschieden. Die SuS der JIA starten mit ausgeprägten Interessen im Bereich Technik, erwartungskonform verzahnt mit einem entsprechend hohen Fähigkeitsselbstkonzept. Diesbezüglich kann für alle Längsschnitte festgehalten werden, dass die entsprechende Zielgruppe auch erreicht werden konnte. Da ausgehend vom Forschungsstand in der entsprechenden Alterskohorte im Mittel von einem Verlust an Interessen im Technik-Bereich ausgegangen werden muss, ist es als erfreulich zu bezeichnen, dass es die JIA schafft die hohen, mitgebrachten Interessen über die Zeit der JIA hinweg zu stabilisieren. Ebenso bemerkenswert ist, dass bekannte Geschlechterdifferenzen im Bereich technischer Interessen in der JIA kaum nachweisbar sind und sich über den Zeitverlauf auch nicht verstärken. In dieser Hinsicht sind v.a. die Mädchen Profiteure hinsichtlich interessensrelevanter Einflussfaktoren.

Entsprechend dem Forschungsstand zu beruflichen Interessen werden diese als weitgehend stabile Konstrukte ausgegeben. Dieser Befund findet sich auch in den vorliegenden Daten wieder. JIA-SuS weisen insgesamt erwartbar großes Interesse bzgl. der Auseinandersetzung mit technischen Themen auf, hierbei v.a. mit Fokus auf forschend-entwickelndem Vorgehen. Bemerkenswert ist, dass v.a. die Mädchen recht breit gefächerte, berufliche Interessen aufweisen und auch in beruflichen Interessensbereichen, welche technikaffinen Menschen häufig eher fernerliegen, ausgeprägte Interessen mitbringen (soziale und künstlerische Interessen).

⁶⁰ *Wirksamkeit und Einflüsse der Junior-Ingenieur-Akademie auf das technische Interesse und Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Interessen und Kompetenzen*

Die Analyse des Themeninteresses liefert Hinweise für die schulpraktische Umsetzung der JIA Orientierungen zur Themenwahl.⁶¹ Eher männlich attribuierte Themen wie beispielsweise Automatisierungstechnik & Robotik konnten durch die JIA so vermittelt werden, dass sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen im gleichen Maße ein Kompetenzzuwachs zu verzeichnen ist. Generell sind jedoch die Möglichkeiten zu differenzierten Aussagen bezüglich der Kompetenzentwicklung begrenzt, da sich sowohl durch die Zusammensetzung der Stichproben als auch die Besonderheiten der JIA Anpassungen des Forschungsdesigns ergeben haben, die eine längsschnittliche Betrachtung lediglich für einzelne Themenfelder ermöglichen. Jedoch konnte auf der Grundlage von querschnittlichen Analysen ein Überblick zu den erworbenen Kompetenzen gewonnen werden, inhaltliche Varianzen innerhalb der JIA-Kurse ermittelt und verbreitete Fehlkonzepte aufgedeckt werden.⁶² Diese Erkenntnisse bieten Orientierungsmöglichkeiten für die JIA-Lehrkräfte zur Gestaltung der JIA.

4.2 Wirksamkeit und Einflüsse auf die Entwicklung von Interessen und Kompetenzen

Im Rahmen der JIA konnten folgende Merkmale guten Unterrichts als bedeutsame Faktoren für die Entwicklung des Fachinteresses und des Themeninteresses identifiziert werden: Relevanz der Aufgaben, kognitive Aktivierung und Interesse der Lehrkraft. Die JIA-Lehrkräfte können durch die entsprechende Unterrichtsgestaltung in Anlehnung an diese Merkmale direkten Einfluss auf das Fach- und Themeninteresse nehmen. Aufgrund des festgestellten, engen Zusammenhangs von Fachinteresse und Fähigkeitsselbstkonzept kommt letzteres ebenso als Einflussfaktor zum Tragen. Unterrichtsformate, die es SuS ermöglichen, sich als fähig und kompetent zu erleben, haben positiven Einfluss auf die Interessensentwicklung, da die Steigerung des Fachinteresses auch eine Steigerung im Themeninteresses begünstigt.

Neben den unterrichtsrelevanten Bedingungen, auf die JIA-Lehrende direkten Einfluss nehmen können, sind Effekte auf Fach- und Themeninteresse durch Schülermerkmale nachweisbar. Insbesondere bei SuS, die ausgeprägte berufliche Interessen in den Bereichen Realistic und Investigative mitbringen, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für eine positive Entwicklung von Fach- und Themeninteresse. Direkte Effekte der JIA auf berufliche Interessen sind nicht nachweisbar, da in dieser Alterskohorte die beruflichen Interessen bereits gefestigt sind. Entsprechend ist ein Effekt in jüngeren Kohorten erwartbar. Diese Fragestellung wäre für in näherer Betrachtung der JIA-Mini von Interesse.

Die Einflussfaktoren bezüglich der Kompetenzen konnten, wie in Kapitel 3.3.3 thematisiert, nicht ohne den Einfluss von Störfaktoren bestimmt werden, weshalb auf die entsprechende Darstellung verzichtet werden musste.

4.3 Gesamtfazit

In der praktischen Umsetzung an den Schulen ist die Vielfalt der JIA hinsichtlich Umsetzung und thematischer Schwerpunktsetzung bereichernd, im Rahmen der Evaluation führte dies zu Limitierungen hinsichtlich der Formulierung von standortübergreifenden Ergebnissen. Folgend werden jene Erkenntnisse zusammengefasst, die sich über die gesamte JIA verallgemeinern lassen:

⁶¹ Siehe Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)

⁶² Siehe Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)

Aus wissenschaftlicher Perspektive zeigt sich, dass das Konzept der JIA, geprägt von selbstgesteuerten Lernprozessen, projektorientiertem Vorgehen und einem besonderen Fokus auf Praxis- und Handlungsbezug, es schafft, das entsprechende Zielklientel in deren Entwicklungen zu fördern und avisierte Ziele erreichen zu können. Der Besuch der JIA stärkt Einstellungen und Bezüge zum MINT-Bereich und inspiriert die Lernenden, insbesondere die Mädchen, eine Berufswahl im MINT-Bereich in Betracht zu ziehen.

Damit zusammenhängend ist die Befundlage, dass die SuS der JIA den Besuch dieser als bereichernd und positiv erleben. Bezüglich der bekannten Qualitätsmerkmale guten Unterrichts können erfreulich hohe Werte in der subjektiven Wahrnehmung der JIA-SuS festgehalten werden. Es wird eine Lernumgebung geschaffen, in der sich die SuS wohl fühlen, die sie positiv wahrnehmen und in der sie sich auf dieser Basis auch fachlich entfalten zu können.

Es zeigt sich außerdem, dass die Lehrkräfte der JIA Begeisterung und Interesse für die entsprechenden Themenfelder vorleben und sich das sehr positiv auf die Entwicklungen der SuS auswirkt.

Die Limitierungen der Evaluation sind einerseits durch die Offenheit der JIA bedingt, jedoch andererseits über die adressierte Alterskohorte, da manchen, grundlegenden Konstrukten wie dem beruflichen Interesse, sowie dem Fachinteresse und dem Fähigkeitsselbstkonzept ein früherer Start der Maßnahme bzw. ein Einmünden in jüngerem Alter zuträglich wäre, was durch die JIA-Mini realisiert wird. Spannend wäre daher nicht nur eine zusätzliche Evaluation der JIA-Mini, sondern die wissenschaftliche Untersuchung der Effekte der JIA-Mini über die gesamte Dauer der JIA, beispielsweise durch Erhebungen in JIA-Kursen zum Ende der Mittelstufe von JIA-SuS, die bereits die JIA-Mini besucht haben.

Literaturverzeichnis

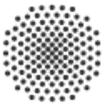
- Aeschlimann, B. / Herzog, W. / Makarova, E. (2015):** Studienpräferenzen von Gymnasiastinnen und Gymnasialisten: Wer entscheidet sich aus welchen Gründen für ein MINT-Studium? In: Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften 37 (2), S. 100-200. URL: https://www.researchgate.net/publication/279977175_Studienpraerferenzen_von_Gymnasiastinnen_und_Gymnasiasten_Wer_entscheidet_sich_aus_welchen_Gruenden_fur_ein_MINT-Studium (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Bendorf, M. (2002):** Bedingungen und Mechanismen des Wissenstransfers. Lehr- und Lern-Arrangements für die Kundenberatung in Banken. Wiesbaden.
- Bodenmann, G. / Gmelch, S. (2009):** Stressbewältigung. In: Schneider, S. / Markgraf, J. (Hrsg.): Lehrbuch der Verhaltenstherapie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 617-629.
- Brandt, A. (2005):** Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Deci, E. L. / Ryan, R. L. (1993):** Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik 39 (2), S. 223-238. DOI: 10.25656/01:11173.
- Deutsche Telekom Stiftung (2017):** Junior-Ingenieur-Akademien 2017. Schulen, Konzepte und Ziele: Das bundesdeutsche Netzwerk im Überblick. URL: https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/jia-broschuere_2017_web.pdf (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Deutsche Telekom Stiftung (2018):** Junior-Ingenieur-Akademie 2018. Schulen, Konzepte und Ziele: Das bundesweite Netzwerk im Überblick. URL: https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/jia-broschuere_2018_final.pdf (Letzter Zugriff 23.04.2024).
- Deutsche Telekom Stiftung (2021):** Junior-Ingenieur-Akademien 2021. Schulen, Konzepte und Ziele: Das bundesweite Netzwerk im Überblick. URL: https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/jia-broschuere_2021.pdf (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Deutsche Telekom Stiftung (2024):** Junior-Ingenieur-Akademie. URL: <https://www.telekom-stiftung.de/aktivitaeten/junior-ingenieur-akademie> (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Deutsche Telekom Stiftung (2024):** Schulen, Konzepte, Ziele. Junior-Ingenieur-Akademien 2024. URL: https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/JIA-Broschuere_2024.PDF (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Dickhäuser, O. / Moschner, B. (2006):** Selbstkonzept. In: Rost, D. H. (Hrsg.): Handwörterbuch pädagogische Psychologie. 3. Aufl. Weinheim u.a.: Beltz, PVU, S. 685-692.
- Ditton, H. (2000):** Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung in Schule und Unterricht. Ein Überblick zum Stand der empirischen Forschung. In: Helmke, A. / Hornstein, W. / Terhart, E. (Hrsg.): Qualität und Qualitätssicherung im Bildungsbereich. Schule, Sozialpädagogik, Hochschule. Weinheim / Basel: Beltz Verlag (Zeitschrift für Pädagogik, 41. Beiheft), S. 73-92.
- Eder, F. / Bergmann, C. (2015):** Das Person-Umwelt-Modell von J. L. Holland: Grundlagen - Konzepte - Anwendungen. In: Tarnai, C. / Hartmann, F. G. (Hrsg.): Berufliche Interessen: Beiträge zur Theorie von J. L. Holland. Münster: Waxmann, S. 11-30.
- Hartmann, F. G. (2018):** Analysen zur Übereinstimmung beruflicher Interessen in der Familie. Eine Studie zur Bestimmung der dyadischen Ähnlichkeit bei mehrdimensionalen Konstrukten im familialen Kontext. Münster: Waxmann (Empirische Erziehungswissenschaft, Band 68). URL: http://waxmann.ciando.com/img/books/extract/3830989067_lp.pdf (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Hattie, J. (2015):** Lernen sichtbar machen. 3. Auflage; überarbeitete deutschsprachige Ausgabe (besorgt von W. Beywlund & K. Zierer). Baltmannsweiler: Schneider-Verlag.
- Heine, C. / Egel, J. / Kerst, C. / Müller, E. / Park, S. M. (2006):** Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Ausgewählte Ergebnisse einer Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, ZEW-Dokumentation, Nr. 06-02. URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:180-madoc-15289> (letzter Zugriff am 23.04.2024).
- Hell, B. (2015):** Geschlechtsdifferenzen im Bereich der beruflichen Interessen: Ausmaß und Ursachen sowie Konsequenzen für die Testentwicklung. In: Tarnai, C. / Hartmann, F. G. (Hrsg.): Berufliche Interessen: Beiträge zur Theorie von J. L. Holland. Münster: Waxmann, S. 31-44.
- Hell, B. (2015):** Geschlechtsdifferenzen im Bereich der beruflichen Interessen: Ausmaß und Ursachen sowie Konsequenzen für die Testentwicklung. In: Berufliche Interessen: Beiträge zur Theorie von J. L. Holland. Waxmann. URL: https://www.researchgate.net/publication/270584848_Geschlechtsdifferenzen_im_Bereich_der_beruflichen_Interessen_Ausmass_und_Ursachen_sowie_Konsequenzen_fur_die_Testentwicklung (Letzter Zugriff: 23.04.2024).

- Helmke, A. (2017):** Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. 7. Auflage. Seelze-Velber: Kallmeyer in Verbindung mit Klett.
- Hirschi, A. / Baumeler, F. (2020):** Berufswahltheorien - Entwicklung und Stand der Diskussion. In: Brüggemann, T. / Rahn, S. (Hrsg.): Berufsorientierung - ein Lehr- und Arbeitsbuch. 2. Aufl. Münster: Waxmann, S. 31-42.
- Holland, J. L. (1966):** The Psychology of Vocational Choice: A Theory of Personality Types and Model Environments. Waltham, MA: Blaisdell Publishing Company.
- Köller, O. / Daniels, Z. / Schnabel, K. / Baumert, J. (2000):** Kurswahl von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Zur Rolle von fachspezifischem Selbstkonzept und Interesse. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 14 (1), S. 26-37.
- Krapp, A. (1998):** Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht, 44 (6), S. 185-201.
- Krapp, A. / Geyer, C. / Lewalter, D. (2014):** Motivation und Emotion. In: Seidel, T. / Krapp, A. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. 6. vollst. überarb. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz, S. 193-224.
- Lewalter, D. / Krapp, A. / Schreyer, I. / Wild, K. P. (1998):** Die Bedeutsamkeit des Erlebens von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit für die Entwicklung berufsspezifischer Interessen. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 14. Stuttgart: Steiner, S. 143-168.
- Lutz, W. / Elsholz, M. / Haase, S. / Burde, J.-P. / Wilhelm, T. / Trefzger, T. (2023):** Flipped Classroom im Physikunterricht der Sekundarstufe I - Auswirkungen auf die Veränderung des individuellen Interesses im Bereich der E-Lehre. In: Roth, J. / Baum, M. / Eilerts, K. / Hornung, G. / Trefzger, T. (Hrsg.): Die Zukunft des MINT-Lernens - Band 2. Digitale Tools und Methoden für das Lehren und Lernen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 35-49. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-66133-8> (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Meyer, H. (2007):** Was ist guter Unterricht? 4. Auflage. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- Meyer, H. (2021):** Was ist guter Unterricht? 15. Aufl. Berlin: Cornelsen-Verlag.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (2016):** Bildungsplan 2016. Bildungsplan des Gymnasiums. Naturwissenschaft und Technik (NwT). Profulfach. URL: https://bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GYM_NWT.pdf (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Mokhonko, S. (2016):** Nachwuchsförderung im MINT-Bereich. Aktuelle Entwicklungen, Fördermaßnahmen und ihre Effekte. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Möller, J. / Trautwein, U. (2009):** Selbstkonzept. In: Wild, E. / Möller, J. (Hrsg.), Pädagogische Psychologie. Berlin: Springer, S. 179-204.
- Musold, H. (2017):** Interessensentwicklung an Grund- und Oberschulen im Fach Naturwissenschaften in der 5. und 6. Jahrgangsstufe. Einfluss der Unterrichtsmethoden. Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Dissertation.
- Nagy, G. (2007):** Berufliche Interessen, kognitive und fachgebundene Kompetenzen. Ihre Bedeutung für die Studienfachwahl und die Bewährung im Studium. Berlin, Freie Universität zu Berlin, Dissertation. URL: <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-14210> (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Nickolaus, R. / Seeber, S. (2013):** Berufliche Kompetenzen: Modellierungen und diagnostische Verfahren. In: Frey, A. / Lissmann, U. / Schwarz, B. (Hrsg.): Handbuch Berufspädagogische Diagnostik, 166-195. Weinheim: Beltz.
- Nickolaus, R. (2017):** Kurzgutachten zu Wirkungspotentialen und Wirkungsmessungen von MINT-Bildungsansätzen in außerschulischen Einrichtungen. Stuttgart.
- Nickolaus, R. (2018):** Projektskizze zur Evaluation der Junior-Ingenieur-Akademie. Anlage zum Vertrag. Universität Stuttgart: Unveröffentlichtes Manuskript.
- Nickolaus, R. / Mokhonko, S. / Windaus, A. (2012):** Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Förderprogramms „Schülerinnen forschen - Einblicke in Naturwissenschaft und Technik“. Abschlussbericht. Universität Stuttgart: Unveröffentlichtes Manuskript.
- Nickolaus, R. / Mokhonko, S. / Windaus, A. (2012):** Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Förderprogramms „Schülerinnen forschen - Einblicke in Naturwissenschaft und Technik“. Abschlussbericht. Universität Stuttgart: Unveröffentlichtes Manuskript.
- Nickolaus, R. / Seeber, S. (2013):** Berufliche Kompetenzen: Modellierungen und diagnostische Verfahren. In: Frey, A. / Lissmann, U. / Schwarz, B. (Hrsg.): Handbuch Berufspädagogische Diagnostik, 166-195. Weinheim: Beltz.

- Nickolaus, R. / Steffensky, M. / Parchmann, I. (2018):** Expertise zu Effekten zentraler außerschulischer MINT Angebote. Stuttgart und Kiel. URL: https://www.nationalesmintforum.de/fileadmin/medienablage/content/veranstaltungen/6_NMG_2018/pdf/NMF-Expertise_zu_Effekten_zentraler_au_erschulischer_MINT-Angebote_2018.pdf (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Nickolaus, R. / Zinn, B. / Pape, K. / Weber, M. (2019):** Abschlussbericht des Projekts Interessen- und Kompetenzentwicklung im NwT-Unterricht. Stuttgart: Unveröffentlichtes Manuskript.
- Pape, K. / Weber, M. / Kögler, K. (2021):** Evaluation Junior-Ingenieur-Akademie (E-JIA). Vortrag im Rahmen der virtuellen Jahrestagung zur Junior-Ingenieur-Akademie.
- Pflanzl, B. / Krammer, G. (2017):** Berufliche Interessen von Lehrkräften an Berufsschulen. Open Online Journal for Research and Education, Ausgabe 8. URL: https://www.researchgate.net/publication/320416947_Berufliche_Interessen_von_Lehrkräften_an_Berufsschulen (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.) (2006):** PISA 2003. Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Münster u.a.: Waxmann Verlag.
- Prenzel, M. / Drechsel, B. / Kramer, K. (1998):** Lernmotivation im kaufmännischen Unterricht: Die Sicht von Auszubildenden und Lehrkräften. In: Beck, K. / Dubs, R. (Hrsg.): Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung. Kognitive, motivationale und moralischen Dimensionen kaufmännischer Qualifizierungsprozesse. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 14), S. 169-187.
- Prenzel, M. / Kristen, A. / Dengler, P. / Ettl, R. / Beer, T. (1996):** Selbstbestimmt motiviertes und interessantes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In: Beck, K. / Heid, H. (Hrsg.): Lehr-Lern-Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung. Wissenserwerb, Motivierungsgeschehen und Handlungskompetenz. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 13), S. 108-127.
- Satow, L. (1999):** Skalendokumentation der Schülervariablen. In: Schwarzer, R. / Jerusalem, M. (Hrsg.): Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Berlin: Freie Universität Berlin, S. 11-52.
- Schäffer, R. (1999):** Rollenfindung und Identitätsentwicklung von Mädchen unter dem Einfluß der Massenmedien. Untersuchung zu den Mädchen- und Frauenbildern in der TV-Serie „Gute Zeiten, schlechte Zeiten“. Stuttgart, Stuttgart, Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Bibliotheks- und Informationswesen. URL: https://hdms.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/238/file/Regine_Schaeffer.pdf (Letzter Zugriff: 23.04.2024)
- Schneider, R. / Gentrup, S. / Jansen, M. / Stanat, P. (2022):** Kohortentrends in schulfachbezogenen Selbstkonzepten und Interessen bei Mädchen und Jungen. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 50, S. 1-15. URL: <https://econtent.hogrefe.com/doi/10.1024/1010-0652/a000346> (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Schöne, C. / Dickhäuser, O. / Spinath, B. / Stiensmeier-Pelster, J. (2003):** Das Fähigkeitsselbstkonzept und seine Erfassung. In: Stiensmeier-Pelster, J. / Rheinberg, F. (Hrsg.): Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept. (Jahrbuch der pädagogisch-psychologischen Diagnostik. Tests und Trends, Neue Folge Band 2). Göttingen u.a.: Hogrefe-Verlag, S. 3-14.
- Schütte, K. / Köller, O. (2015):** „Discover, Understand, Implement and Transfer“: Effectiveness of an intervention programme to motivate students for science. International Journal of Science Education, 37(14), S. 2306-2325.
- Schweder, S. / Raufelder, D. (2021):** Wie Mädchen und Jungen an Gymnasien sich im Zusammenspiel von sozialer Eingebundenheit, schulischem Selbstkonzept und Leistung in der Adoleszenz unterscheiden. In: Hagenauer, G. / Raufelder, D. (Hrsg.): Soziale Eingebundenheit. Sozialbeziehungen im Fokus von Schule und LehrerInnenbildung. Münster, New York: Waxmann. S. 319-335. URL: https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=21355 (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Seidel, T. / Reiss, K. (Hrsg.) (2016):** Wie gelingen MINT-Schulen? Anregungen aus Forschung und Praxis. Münster, New York: Waxmann Verlag (Waxmann-E-Books Schule und Unterricht). URL: <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.31244/9783830985716> (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Staden, C. (2018):** Gestaltung eines E-Portfolio-Konzepts in der Berufsorientierung. Bremen, Universität Bremen, Dissertation.
- Statistisches Bundesamt (2022):** https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/11/PD22_503_21.html (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Statistisches Bundesamt (2023):** https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/01/PD23_N004_213.html (Letzter Zugriff: 23.04.2024).

- Steffens, U / Höfer, D. (2014):** Die Hattie-Studie. Hintergrundartikel von Ulrich Steffens und Dieter Höfer zur Studie von John Hattie („Visible Learning“, 2009). URL: https://kphvie.ac.at/fileadmin/pro/pro/rudolf.beer/SS_2020/sqa_hattie_studie.pdf (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Stuhlmann, K. (2009):** Die Realisierung von Berufswünschen - Durch die Identitätsentwicklung im Jugendalter vorhersagbar? In: Fend, H. / Berger, F. / Grob, U. (Hrsg.): Lebensverläufe, Lebensbewältigung, Lebensglück. Ergebnisse der Life-Studie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 73-99.
- Sumfleth, E. / Henke, C. (2011):** Förderung leistungsstarker Oberstufenschülerinnen und -schüler im HIGHSEA-Projekt am Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 17, S. 89-113.
- Tagesschau (2023):** <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/fachkraeftemangel-mint-berufe-100.html> (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Tarnai, C. / Hartmann, F. G. (Hrsg.) (2015):** Berufliche Interessen: Beiträge zur Theorie von J. L. Holland. Münster: Waxmann.
- Taskinen, P. H. / Lazarides, R. (2020):** Berufs- und Studienorientierung in MINT-Berufen. In: Brüggemann, T. / Rahn, S. (Hrsg.): Berufsorientierung - ein Lehr- und Arbeitsbuch. 2. Aufl. Münster: Waxmann, S. 337-342.
- Weßnigg, S. (2013):** Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten. Kiel: Dissertation.
- Winkelmann, M. (2020):** Lernprozesse in einem Schülerlabor unter Berücksichtigung individueller naturwissenschaftlicher Interessenstrukturen. Berlin: Logos Verlag (Studien zum Physik- und Chemielernen, 297). URL: http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783832586478 (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- ZDF (2023):** <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/mint-faecher-studentinnen-mathematik-informatik-naturwissenschaften-100.html> (Letzter Zugriff: 23.04.2024).
- Ziefle, M. / Jakobs, E.-M. (2009):** Wege zur Technikfaszination. Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte. Berlin, Heidelberg: acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-04983-5_1 (Letzter Zugriff: 23.04.2024).

Anhang Schulrückmeldung (allgemeine Version)



Schulrückmeldungen

Evaluation der Junior- Ingenieur-Akademie

Michael Weber, Kathrin
Pape & Kristina Kögler



Impressum

Schulrückmeldung

Evaluation zur Entwicklung von Interessen und Kompetenzen in Verbindung mit der Evaluation der Junior-Ingenieur-Akademie (E-JIA)

Förderung durch die [Deutsche Telekom Stiftung](#)

Projektleitung



Prof. Dr. Kristina Kögler

Projektdurchführung



Michael Weber, B. A.



Kathrin Pape, M. Sc.

Rückfragen sind willkommen unter

E-Mail E-JIA@bwt.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685-82967 (Michael Weber)

Telefon +49 (0) 711 685-82968 (Kathrin Pape)

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft, Abteilung Berufs-, Wirtschafts-, Technikpädagogik

Geschwister-Scholl-Straße 24 D; 70174 Stuttgart

Erstellung des Berichts unter Mitarbeit der wissenschaftlichen Hilfskräfte

Juliane Handrych, B. A. und Niklas Pedemonte, B. A.

Bildquellen des Titelblatts: Sascha Kreklau/Deutsche Telekom Stiftung (oben); Martin Neuhof/Deutsche Telekom Stiftung (unten)

Inhaltsverzeichnis

Impressum	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einführung	1
2 Effekte der JIA auf nicht-kognitive Schülermerkmale	2
2.1 Einführung	2
2.2 Konstrukte und Ergebnisse	2
2.2.1 Fähigkeitsselbstkonzept und Fachinteresse	2
2.2.2 Stress, Coping und Überforderung	6
2.2.3 Berufliches Interesse	11
2.2.4 Themeninteresse	15
2.2.5 Lob und Kritik an naturwissenschaftlichem und technischem Unterricht	17
3 Fachkompetenzerwerb	19
3.1 Einführung	19
3.2 Aufbau der Fachtests und Datenerfassung	20
3.3 Ergebnisse und Daten des Fachtests	21
3.3.1 Bautechnik & Konstruktion	22
3.3.2 Automatisierungstechnik & Robotik	23
3.3.3 Elektrotechnik	24
3.3.4 Erneuerbare Energien	25
3.3.5 Kunststofflehre	26
3.3.6 Medizintechnik	27
3.3.7 Projektmanagement	27
4 Wahrgenommene Durchführungsqualität der JIA	28
4.1 Einführung	28

4.2	Konstrukte und Ergebnisse	28
4.2.1	Motivation.....	28
4.2.2	Basic Needs.....	31
4.2.3	Merkmale guten Unterrichts	34
5	Zusammenfassung der Befunde, Fazit und Handlungsempfehlungen	38
5.1	Zusammenfassung der Befunde.....	38
5.2	Fazit mit Handlungsempfehlungen	39
	Literaturverzeichnis	V

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Längsschnitt Fachinteresse	4
Abbildung 2	Längsschnitt Fähigkeitsselbstkonzept (absolut)	5
Abbildung 3	Längsschnitt Überforderung.....	9
Abbildung 4	Längsschnitt Stresserleben.....	9
Abbildung 5	Längsschnitt Coping (aktiv).....	10
Abbildung 6	Längsschnitt Coping (emotional).....	10
Abbildung 7	Geschlechtervergleich JIA und KG (RIASEC).....	13
Abbildung 8	Mittlere Lösungsquote des Testsets zur Erfassung des Fachwissens in Prozent (Querschnitt)	21
Abbildung 9	Entwicklungsverläufe Fachwissen im Testset Bautechnik und Konstruktion (Geschlechtervergleich).....	22
Abbildung 10	Entwicklungsverläufe Fachwissen im Testset Automatisierungstechnik und Robotik (Geschlechtervergleich).....	23
Abbildung 11	Längsschnitt Motivation	30
Abbildung 12	Soziale Einbindung (während Pandemie)	33
Abbildung 13	Soziale Einbindung (nach Pandemie)	33
Abbildung 14	Analyse Merkmale guten Unterrichts (Fachinteresse)	36
Abbildung 15	Analyse Merkmale guten Unterrichts (Berufliche Zukunft im MINT-Bereich) ...	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Überblick Themeninteresse nach Geschlecht (inhaltliche Ebene).....	16
Tabelle 2 Mittlere Lösungsquote des Testsets zur Erfassung des Fachwissens in Prozent (Querschnitt)	21

Abkürzungsverzeichnis

E-JIA	<i>Evaluation der Junior-Ingenieur-Akademie</i>
JIA.....	<i>Junior Ingenieur Akademie</i>
KG.....	<i>Kontrollgruppe</i>
MINT	<i>Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik</i>
MW.....	<i>Mittelwert</i>
MZP	<i>Messzeitpunkt</i>
NwT.....	<i>Naturwissenschaft und Technik</i>
RIASEC.....	<i>Realistic, Investigative, Artistic, Social, Enterprising, Conventional</i>
SD	<i>Standardabweichung</i>
SuS	<i>Schülerinnen und Schüler</i>

1 Einführung

Zunächst möchten wir uns herzlich bei allen an der Evaluation beteiligten Lehrkräften sowie den Schülerinnen und Schülern (SuS) für die Teilnahme an der Evaluation der Junior-Ingenieur-Akademie (JIA) bedanken, die es ermöglicht haben, wertvolle Daten für die Bildungsforschung und -praxis zu sammeln. In diesem Bericht möchten wir zentrale Erkenntnisse mit Ihnen teilen und hoffen, somit über die hier enthaltenen Anstöße einen hilfreichen Beitrag zur weiteren Ausbringung der JIA leisten zu können.

Insgesamt kann zur JIA ein positives Fazit gezogen werden. Die Daten zeigen, dass die gewollte Zielgruppe adressiert und eine positive Lernumgebung geschaffen wird, in der SuS die Gelegenheit bekommen positive Bezüge zum MINT-Bereich aufzubauen.

Innerhalb der folgenden drei Kapitel finden Sie die Ergebnisse, aufgeteilt nach den erhobenen Konstrukten. Innerhalb jedes Abschnitts werden die Bedeutung und die Art der Erhebung des jeweiligen Konstrukts kurz umrissen. Neben den Mittelwerten (MW) werden auch die Standardabweichungen (SD) aufgeführt. An der Höhe der Standardabweichung kann abgeleitet werden, wie heterogen bzw. wie homogen die Angaben ausgefallen sind, wobei gilt: Je höher die Standardabweichung, desto heterogener die Angaben der dahinter befindlichen Gruppe. Das fünfte Kapitel fasst abschließend die zentralen Befunde und Hinweise zusammen.

Die in den Abschnitten zu den Konstrukten aufgeführten Werte und Grafiken beziehen sich auf jene Daten, die im dritten Längsschnitt zum ersten und dritten Messzeitpunkt (MZP) (Sommer 2021 – Sommer 2023) gesammelt wurden. Die im abschließenden Kapitel aufgeführten Befunde und Hinweise sind Ergebnisse der Betrachtung aller gewonnenen Daten (also unter Einbezug der weiteren Längsschnitte).

Sollte Bedarf an weiterem Austausch zu diesem Bericht haben, kommen Sie gerne über die üblichen Wege auf uns zu.

Abschließend nochmals ein herzliches Dankeschön an alle Beteiligten und viel Erfolg in der weiteren Ausbringung der JIA.



Prof. Dr. Kristina Kögler



Kathrin Pape, M. Sc.



Michael Weber, B. A.

2 Effekte der JIA auf nicht-kognitive Schülermerkmale

2.1 Einführung

Ein Teil der im Fragebogen enthaltenen Fragen bzw. Konstrukte wurden sowohl den JIA-SuS als auch SuS vorgelegt, welche nicht an der JIA teilnahmen. Diese SuS sind in Hinblick auf wichtige Rahmendaten jedoch vergleichbar zu den SuS der JIA (bzgl. Alter, Klasse, Schulart). Diese bildeten die Kontrollgruppe (KG), welche für vergleichende, wissenschaftliche Analysen wichtig ist.

In diesem Kapitel finden Sie die Ergebnisse des Fragebogens zu jenen Konstrukten, die sowohl bei SuS der JIA als auch bei SuS der Kontrollgruppe erhoben wurden und zentrale Prädiktoren für Lernerfolg und den Aufbau positiver Bezüge zu den behandelten Themen und Inhalten darstellen.

2.2 Konstrukte und Ergebnisse

2.2.1 Fähigkeitsselbstkonzept und Fachinteresse

Fähigkeitsselbstkonzept (absolut) & Fähigkeitsselbstkonzept (sozial)



Konstrukt Das schulische Fähigkeitsselbstkonzept richtet sich auf das Wissen einer Person über die eigenen Fähigkeiten in schulischen Leistungssituationen und ist ein Ergebnis gesammelter Erfahrungen in Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Themenfeld. ^[27] Empirische Studien belegen, dass sich Selbstkonzept und Leistung gegenseitig beeinflussen können. ^[3] Unbestritten ist, dass Fähigkeitsselbstkonzepte wichtige Prädiktoren bei Berufswahlprozessen sind. ^{[11] [18] [7]}

Während sich das absolute Fähigkeitsselbstkonzept auf das Verhältnis der SuS zu Technik im Allgemeinen bezieht (z. B. „In Technik etwas Neues zu lernen, fällt mir generell...“; von 1 = „schwer“ bis 5 = „leicht“), wurde beim sozialen Fähigkeitsselbstkonzept zusätzlich der Vergleich zum anderen Geschlecht abgefragt (z. B. „Im Vergleich zu den Jungen bzw. Mädchen: In Technik etwas Neues zu lernen fällt mir...“; von 1 = „schwerer als den Jungen / Mädchen“ bis 5 = „leichter als den Jungen / Mädchen“).



Skalierung

Fachinteresse



Konstrukt Das Interesse am Fachunterricht in der Schule bezieht sich konkret auf das jeweilige Unterrichtsfach mit dessen Aufbau und Inhalten. ^[17] Dabei erscheint der generelle Interessensabfall ab der Mittelstufe als ein allgemeines Phänomen bei SuS in Deutschland. ^[17] Vielfach wurde hierbei ein besonders großer Interessensabfall im MINT-Bereich erfasst ^[17], welcher u. a. mit den gleichfalls sinkenden Fähigkeitsüberzeugungen in Verbindung steht. ^[29] Das MINT-Interesse verringert sich konstant bis zum 16. Lebensjahr ^[29] und insbesondere bei den Mädchen kann ein starker Abfall beobachtet werden. ^[29]

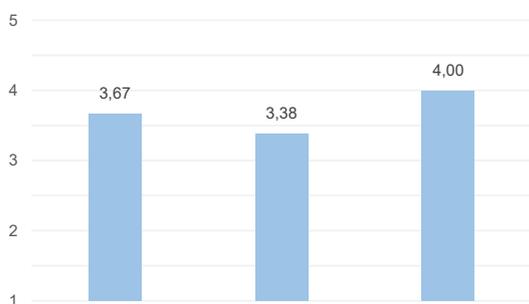
Das Fachinteresse wurde mittels einer Reihe von Aussagen mit Bezug zu dem Fach Technik erhoben (z. B. „Es ist mir wichtig, etwas über Technik zu erfahren.“). Die Antwortmöglichkeiten beliefen sich auf einer Skala von 1 = „trifft nicht zu“ bis 5 = „trifft zu“.



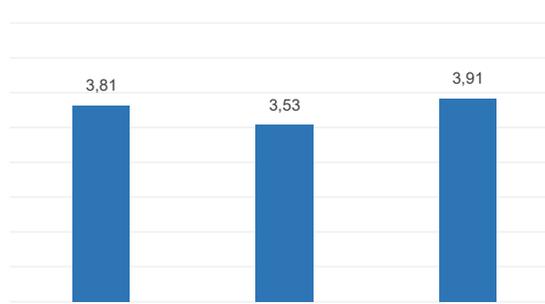
Skalierung

Werte

Eingangserhebung



Abschlussenerhebung



FSK (absolut)	FSK (sozial)	Fachinteresse	FSK (absolut)	FSK (sozial)	Fachinteresse
MW = 3,67 (SD = 0,78)	MW = 3,38 (SD = 0,83)	MW = 4,00 (SD = 0,87)	MW = 3,81 (SD = 0,74)	MW = 3,53 (SD = 0,85)	MW = 3,91 (SD = 0,88)



Längsschnittliche Betrachtung des Fachinteresses

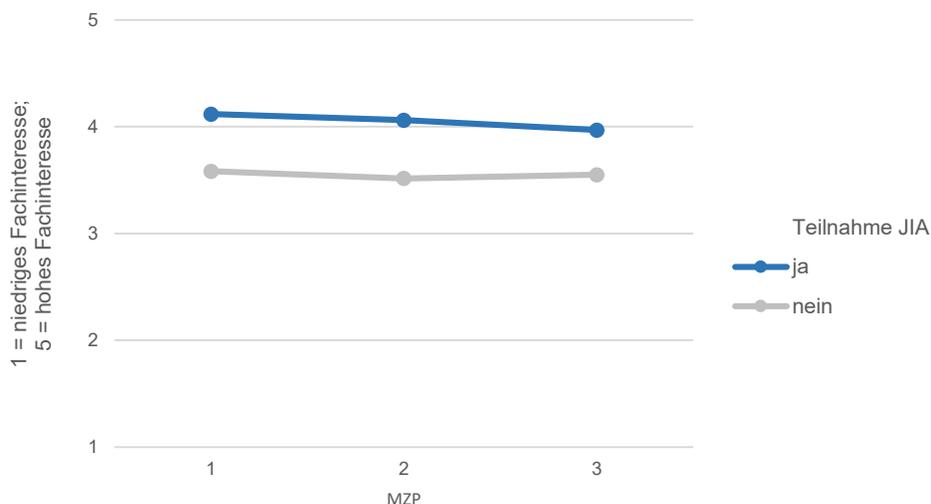


Abbildung 1 Längsschnitt Fachinteresse

An Abbildung 1 (Ergebnis der Daten aller befragten SuS) ist zu erkennen, dass JIA-SuS mit stärker ausgebildetem Fachinteresse starten als die SuS der Kontrollgruppe. Das hohe Fachinteresse bei den JIA-SuS bleibt über die Zeit des Besuchs der JIA erhalten. Ausgehend vom Forschungsstand wäre ein Abfallen des Fachinteresses in dieser Alterskohorte zu erwarten. ^{[19] [26] [1]} In jenem Kontext betrachtet ist eine Stabilität des Fachinteresses über die Messzeitpunkte hinweg als positive Entwicklung zu bewerten. Dass auch bei den SuS der Kontrollgruppe ein stabiles Interesse vorzufinden ist, deutet darauf hin, dass die Zusammensetzung der Kontrollgruppe diesbezüglich eher untypisch bzw. fachaffiner ist als zu erwarten wäre.

In der Betrachtung der Unterschiede bezüglich der Geschlechter zeigt sich, dass bei den Mädchen die Unterschiede zwischen JIA und KG in den meisten Fällen größer ausfallen, d.h. gerade die Mädchen der JIA haben ein deutlich ausgeprägteres Fachinteresse im MINT-Bereich als die Mädchen der KG. Auch die JIA-Jungen haben größeres Fachinteresse als die Jungen der KG, hier fallen die Unterschiede aber geringer aus.



Längsschnittliche Betrachtung des Fähigkeitsselbstkonzepts (absolut)

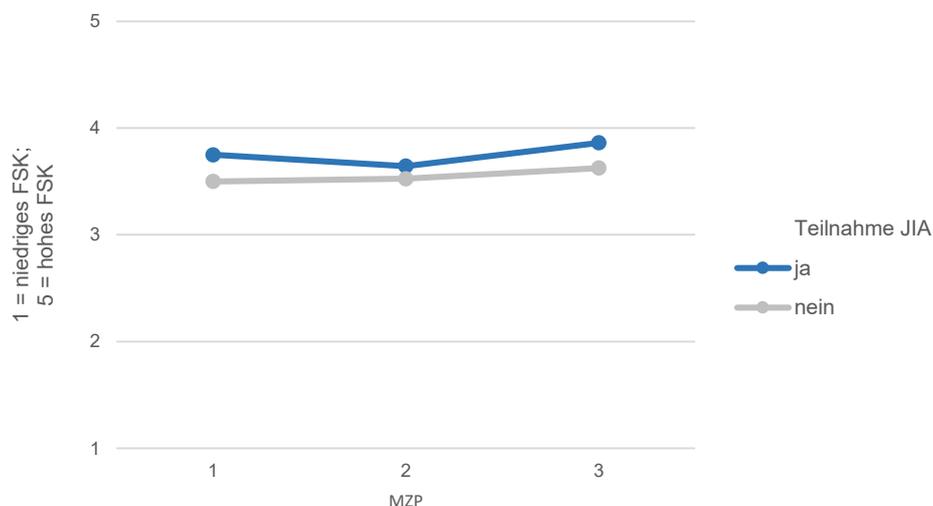


Abbildung 2 Längsschnitt Fähigkeitsselbstkonzept (absolut)

Ähnlich wie auch beim Fachinteresse starten die JIA-SuS mit stärker ausgebildeten Fähigkeitsselbstkonzepten als die SuS der Kontrollgruppe. Auch beim Fähigkeitsselbstkonzept bleiben die Unterschiede weitgehend erhalten (Abbildung 2). Bei Fähigkeitsselbstkonzepten sind keine erheblichen Veränderungen zu erwarten da diese, anders als Fachinteressen, zumeist weitgehend stabile Konstrukte sind und sich somit über die Zeit hinweg nur langsam und eher geringfügig verändern.

Beim Fähigkeitsselbstkonzept sozial zeigt sich bezüglich der Geschlechterunterschiede folgendes Bild: Die Mädchen der JIA schätzen sich als ähnlich begabt/fähig zu den JIA-Jungen ein ($MW_{\text{Mädchen, JIA}} = 2,86 - 2,93$), während die Mädchen der KG sich tendenziell als etwas weniger begabt als die Jungen sehen ($MW_{\text{Mädchen, KG}} = 2,64 - 2,83$) ($p < ,001$). Gleichzeitig schätzen auch die Jungen der JIA ihre Begabungen/Fähigkeiten näher zu jenen der Mädchen ein, als es die Jungen in der KG einschätzen. SuS der KG sehen somit größere, geschlechterbezogene Differenzen in den Begabungen und Fähigkeiten als es SuS der JIA sehen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die JIA-SuS bezüglich der Einschätzung ihrer Fähigkeiten weniger auf bestehende, MINT-spezifische Geschlechterstereotype zurückgreifen, als die SuS der KG.

2.2.2 Stress, Coping und Überforderung

Stress



Konstrukt Nach Lazarus und Folkman (1984) kommt es zu einer Stresssituation „wenn eine Person eine Situation oder ein Ereignis als herausfordernd, bedrohend oder schädigend („primary appraisal“) einschätzt und die durch innere oder äußere Bedingungen gestellten Anforderungen als die eigenen Ressourcen beanspruchend oder übersteigend wahrnimmt („secondary appraisal“).^[3] Die Folgen von Stress sind sehr weitreichend. Auf der kognitiv-emotionalen Ebene kann Stress u.a. zu Unkonzentriertheit, schwacher Lern- und Erinnerungsfähigkeit sowie Unsicherheit und Überforderung führen; auf der behavioralen Ebene – zu Gereiztheit, Aggressivität, Streitverhalten, Fehlen am Arbeitsplatz bzw. in der Schule; auf der physiologischen Ebene – zu Verspannungen, Kopfschmerzen usw.^[3]. Anhand der in der Evaluation der JIA gewonnenen Daten konnte nachgewiesen werden, dass sich Stress negativ auf die Berufswahl auswirkt (i.S.v. je mehr Stresserfahrungen in Auseinandersetzung mit technischen Inhalten gemacht werden, desto geringer die Wahrscheinlichkeit einer Berufswahl im MINT-Bereich bei jener Person).

Das Stressempfinden der SuS wurde anhand deren Grad an Zustimmung zu fünf Aussagen abgefragt (z. B. „Ich bin bedrückt, weil ich momentan im Unterricht zu Technik und Naturwissenschaften nicht klarkomme.“). Die fünf abgestuften Antwortmöglichkeiten bemaßen sich von 1 = „trifft nicht zu“ bis 5 = „trifft genau zu“.



Skalierung

Coping (emotional) & Coping (aktives)



Konstrukt Dem Stress kann mit unterschiedlichen Stressbewältigungsstrategien (Coping) entgegnet werden. In der Evaluation wurde aktives und emotionsorientiertes, vermeidendes Coping erhoben. Aktives Coping zielt auf kognitive und behaviorale Prozesse, die eine Problemlösung im Blick haben. Mit emotionsorientiertem, vermeidendem Coping werden dagegen Emotionen reguliert, die im Laufe einer Stresssituation entstehen^[23] und das Problem nicht lösend, sondern vielmehr aufschiebend und vermeidend bearbeiten.

Das emotionale sowie das aktive Coping wurden anhand von jeweils vier Items ermittelt, welche auf den Umgang mit Problemsituationen im technischen bzw. naturwissenschaftlichen Schulunterricht abzielen. So wurden die SuS zu ihrem Grad an Übereinstimmung (von 1 = „trifft nicht zu“ bis 5 = „trifft genau zu“) mit verschiedenen Aussagen befragt, von denen nachfolgend je Copingstrategie eine beispielhaft aufgeführt ist. Emotional: „Ich versuche nicht über das Problem nachzudenken und es aus meinen Gedanken zu verdrängen.“ Aktiv: „Ich bespreche Probleme in Bezug auf Technik und Naturwissenschaften mit meinen Eltern, Lehrkräften oder anderen Erwachsenen.“



Skalierung

Überforderung



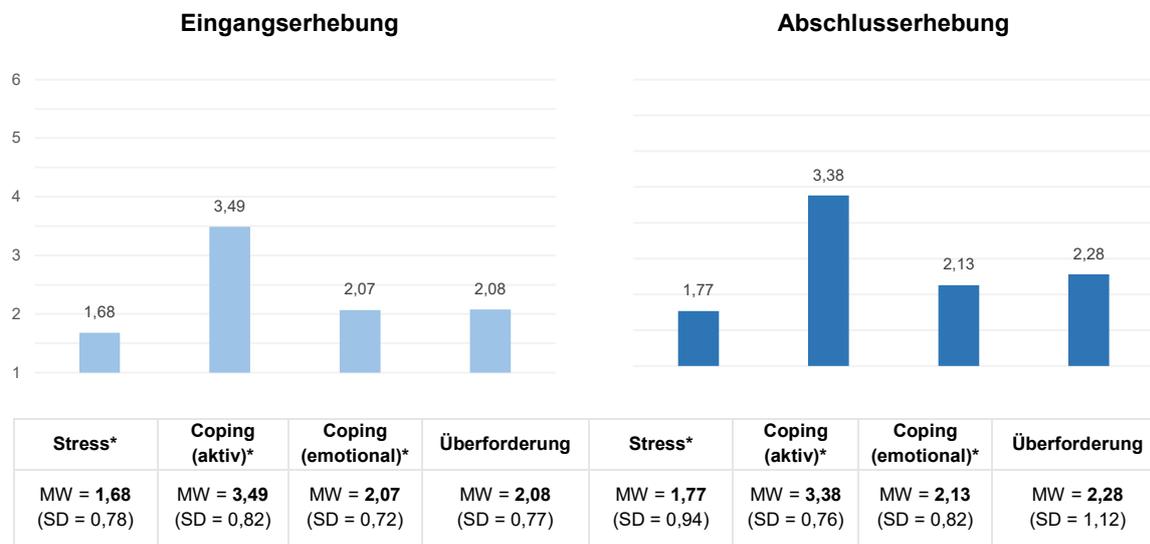
Konstrukt Im Rahmen der Untersuchung wurde das Konstrukt „Überforderung“ mit dem Fokus darauf betrachtet, inwiefern die SuS überfordert waren mit der Geschwindigkeit, Menge und Komplexität der Aufgaben und Inhalte.

Die SuS wurden nach ihrem Erleben der JIA befragt. Entsprechend sind bei diesem Konstrukt lediglich die JIA-SuS in der Auswertung berücksichtigt. Sie konnten dabei ihre Meinung zu Aussagen wie „In den JIA-Stunden der letzten Wochen war der Stoff zu schwierig“ in sechs abgestuften Antwortmöglichkeiten (von 1 = „nie“ bis 6 = „sehr häufig“) abgeben.



Skalierung

000 Werte



*Skalierung von 1-5

Längsschnittliche Betrachtung von Stress, Coping und Überforderung

In den folgenden, längsschnittlichen Betrachtungen werden die Geschlechtervergleiche der JIA-SuS in diesen Konstrukten dargestellt.

In Bezug auf Überforderung (Abbildung 3) und Stresserleben (Abbildung 4) kann festgehalten werden, dass sich bzgl. beider Konstrukte wünschenswert niedrige Werte feststellen lassen, die sich über die Zeit hinweg nicht signifikant verändern. Dennoch sollte darauf hingewiesen werden, dass auf Grundlage der vorliegenden Analysen festgehalten werden kann, dass sowohl Überforderung als auch das Stresserleben negativ mit dem Fähigkeitsselbstkonzept zusammenhängen und des Weiteren negativ auf die Wahrscheinlichkeit einer Berufswahl im MINT-Bereich auswirken (i.S.v. je mehr Stresserfahrungen in Auseinandersetzung mit technischen Inhalten gemacht werden, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit einer positiven Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts sowie die Wahrscheinlichkeit einer Berufswahl im MINT-Bereich bei jener Person).

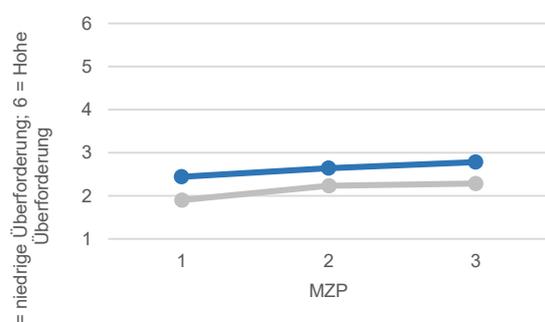


Abbildung 3 Längsschnitt Überforderung

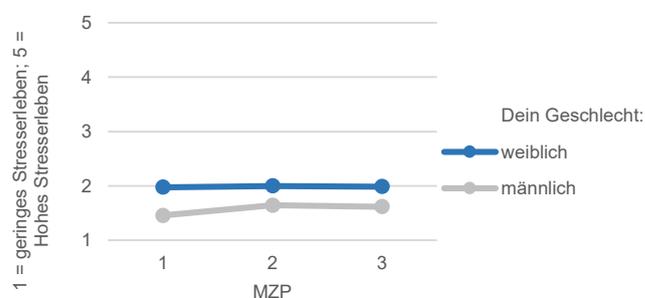


Abbildung 4 Längsschnitt Stresserleben

	Überforderung				Stresserleben		
	MZP 1	MZP 2	MZP 3		MZP 1	MZP 2	MZP 3
weiblich	MW = 2,44	MW = 2,64	MW = 2,78	weiblich	MW = 1,98	MW = 2,00	MW = 1,99
männlich	MW = 1,90	MW = 2,23	MW = 2,28	männlich	MW = 1,45	MW = 1,64	MW = 1,62

In den folgenden Abbildungen zur Anwendung von Coping-Strategien werden lediglich die JIA-SuS betrachtet. Hier kann festgehalten werden, dass die SuS der JIA vergleichsweise stark aktive Coping-Strategien (Abbildung 5) anwenden, d.h. bei Auftreten von für sie zunächst unlöslichen Problemen, suchen sie sich aktiv und weitgehend unmittelbar Hilfe bei Freunden,

Eltern, Lehrkräften oder durch Recherche, statt Probleme aufzuschieben bzw. nicht zu thematisieren. Deutlich seltener werden emotionsorientierte Coping-Strategien (Abbildung 6) angewendet, welche sich statt auf eine Problemlösung auf eine prokrastinierende und verdrängende Haltung beziehen („*Ich lenke mich ab [...]*“, „*Ich tue gar nichts [...]*“, „*Ich [...] tue so, als ob alles in Ordnung wäre.*“). In Bezug auf die Entwicklung sind keine signifikanten Veränderungen über die Messzeitpunkte hinweg feststellbar, d.h. das Ausmaß und die Qualität der Anwendung der Coping-Strategien bleibt über den gesamten Zeitraum der JIA auf vergleichbarem, weitgehend positivem Niveau.

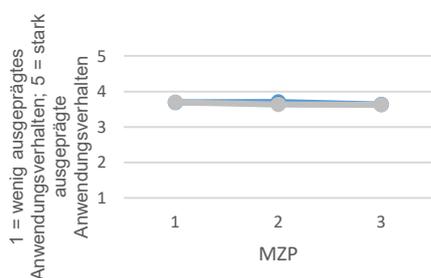


Abbildung 5 Längsschnitt Coping (aktiv)

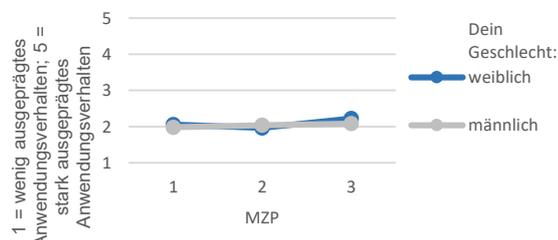


Abbildung 6 Längsschnitt Coping (emotional)

	Coping (aktiv)				Coping (emotional)		
	MZP 1	MZP 2	MZP 3		MZP 1	MZP 2	MZP 3
weiblich	MW = 3,69	MW = 3,71	MW = 3,63	weiblich	MW = 2,06	MW = 1,96	MW = 2,22
männlich	MW = 3,70	MW = 3,63	MW = 3,63	männlich	MW = 1,98	MW = 2,04	MW = 2,08

2.2.3 Berufliches Interesse



Konstrukt Das berufliche Interesse wurde basierend auf der Berufswahltheorie von Holland (1966) erhoben, welche den Status als „Standardmodell“ ^[6]^[10] in der Berufsbildungsforschung innehat. Der Theorie liegt die Annahme zugrunde, dass bei der Berufswahl des Individuums eine Kongruenz bzw. Passung von dessen Persönlichkeit und der beruflichen Tätigkeit bzw. Umwelt angestrebt wird. ^[25] Dabei unterteilt Holland sowohl die Persönlichkeitstypen als auch die beruflichen Umwelten in sechs idealtypische Orientierungen: Realistic (R), Investigative (I), Artistic (A), Social (S), Enterprising (E) und Conventional (C). ^[6] Da es sich bei den sechs Orientierungen um Idealtypen handelt, geht Holland davon aus, dass sich jede Person mindestens einer, in der Regel jedoch einer Kombination aus mehreren Orientierungen zuordnen lässt. Maßgeblich ist dabei die Ausprägung der vorliegenden Interessen im Individuum. ^[6]

Realistic Dem realistischen R-Typ (Realistic) wird eine technisch-praktische Grundorientierung zugeschrieben. Demnach bevorzugen Personen mit dieser Orientierung praktische und handwerkliche Tätigkeiten, aus denen erkennbare Resultate hervorgehen. Durch ausgeprägte Fähigkeiten im (elektro-)technischen und landwirtschaftlichen Bereich interessiert sie der Umgang mit Maschinen und Werkzeugen, wohingegen sie erzieherischen oder sozialen Tätigkeiten weniger zugeneigt sind. ^[6]

Investigative Menschen mit dem intellektuellen, suchend-forschenden I-Typus (Investigative) präferieren systematische Beobachtung im Umgang mit Phänomenen biologischer, kultureller oder physischer Natur. Auf Routine oder den Umgang mit Menschen ausgerichtete Arbeiten entziehen sie sich eher und geben sich lieber naturwissenschaftlichen Problemstellungen hin. ^[9]

Artistic Der künstlerisch-sprachlich orientierte A-Typ (Artistic) geht gerne kreativen Tätigkeiten nach, in denen er sich ohne Eingrenzung mit künstlerischen Mitteln selbst entfalten kann. Geordneten Routinetätigkeiten stehen diese Personen eher ablehnend gegenüber, wohingegen sie sich mittels Ausdrucksfähigkeit und Ideenreichtum bspw. in Kunst und Schauspiel zu verwirklichen vermögen. ^[6]

Social Die soziale oder auch erziehend-pflegende Gesinnung des S-Typs (Social) drückt sich in der Vorliebe für die Interaktion mit Mitmenschen aus, wobei Tätigkeiten mit unterrichtendem oder fürsorgendem Charakter präferiert werden. Handwerkliche Aufgaben und der Umgang

mit Maschinen liegen ihnen im Gegensatz zu Empathie, Geduld und pädagogischer Tätigkeit weniger. ^{[6] [9]}

Enterprising Menschen, die eine unternehmerische oder auch führend-verkaufende Orientierung im Sinne des E-Typs (Enterprising) aufweisen, intendieren mit ihrer Zielstrebigkeit und Organisationsfähigkeit häufig wirtschaftlichen Erfolg. Sie zeichnen sich durch Führungs- und Überzeugungskraft aus, wohingegen beobachtende und systematische Tätigkeiten nicht zu ihren Stärken gehören. ^{[6] [9]}

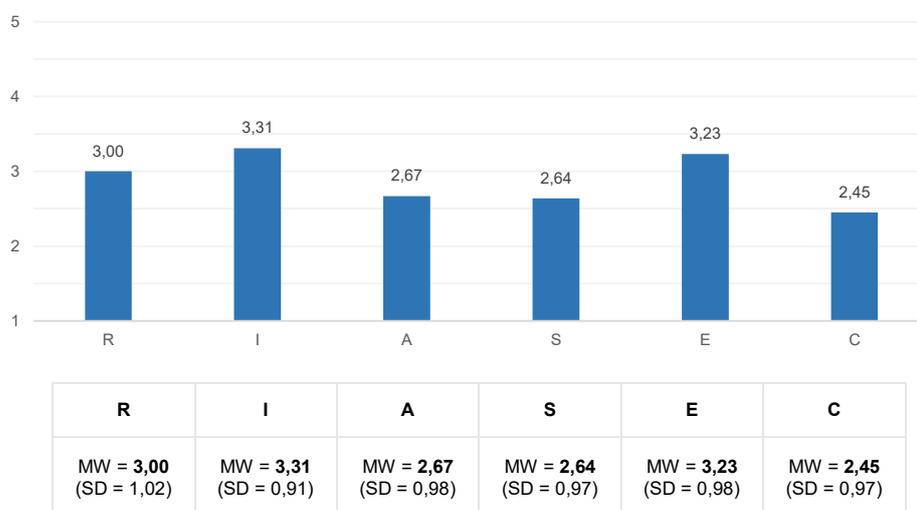
Conventional Eine konventionelle bzw. ordnend-verwaltende Grundorientierung wird Personen mit dem C-Typus (Conventional) zugeordnet. Diese Menschen präferieren demnach festgelegte, systematische Arbeit mit Daten oder Dingen, wobei ihnen ihr Ordnungs- und Verwaltungssinn Genauigkeit und Durchhaltevermögen verleiht. Offene, kreative Aufgabestellungen gehören dahingegen tendenziell zu ihren Schwächen. ^{[6] [9]}

Nachfolgend sind die mittleren Werte in den einzelnen beruflichen Orientierungen im Vergleich zu den Durchschnittswerten aller teilnehmenden Schulen der E-JIA aufgeführt. Entsprechend des RIASEC-Modells beruflicher Interessens-typen wurden für jeden Typus drei bzw. vier Items über Tätigkeiten im beruflichen Kontext abgefragt. Für diese wurden in einer Likert-Skala fünf abgestufte Antwortmöglichkeiten von 1 = „kein Interesse“ bis 5 = „sehr großes Interesse“ zur Auswahl gestellt.



Skalierung

Werte



Berufliche Interessen sind, ähnlich wie Fähigkeitsselbstkonzepte, vergleichsweise stabile Konstrukte, d.h. Veränderungen benötigen längere Zeiträume und selbst die zwei Jahre der JIA sind in diesem Kontext ein relativ kurzer Zeitraum. Jener Befund konnte auch anhand der vorliegenden Daten, sowohl für die JIA-SuS als auch für die SuS der KG reproduziert werden, weswegen an dieser Stelle nicht weiter auf die Entwicklungen eingegangen wird. Des Weiteren sind im Zuge der „People-Things-Dimension“ ausgeprägtere Interessenslagen im Bereich „Realistic“ häufiger bei Jungen/Männern zu beobachten (Fokus auf Dinge), wobei ausgeprägtere Interessenslagen im Bereich „Social“ häufiger bei Mädchen/Frauen zu beobachten sind (Fokus auf Menschen).^{[8] [20]}

Auch ist zu beachten, dass generell praktisch-technische Interessen (Realistic) und soziale Interessen (Social) sich interindividuell bei beiden Geschlechtern häufig eher gegenläufig verhalten. D.h. unabhängig vom Geschlecht ist bei Personen mit ausgeprägtem praktisch-technischen Interesse (wovon bei JIA-SuS ausgegangen wurde) ein wenig ausgeprägtes Interesse im sozialen Bereich zu erwarten.^{[8] [20]}

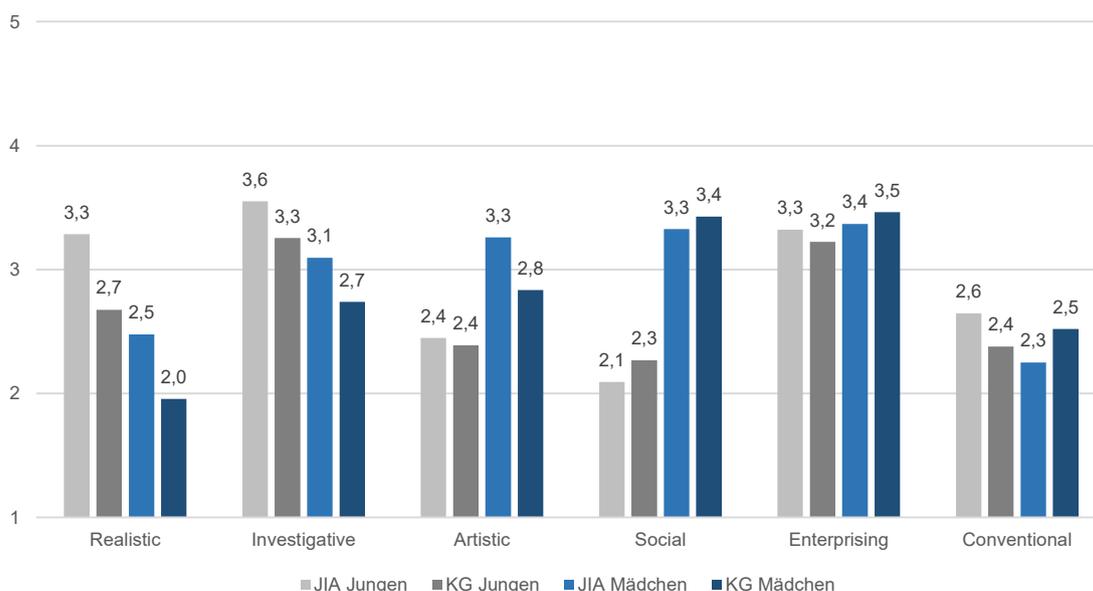


Abbildung 7 Geschlechtervergleich JIA und KG (RIASEC)

Erwartungskonform zeigen sich (Abbildung 7) bei den SuS der JIA im Geschlechtervergleich stärkere Ausprägungen in den praktisch-technischen (Realistic) und investigativen/forschenden (Investigative) beruflichen Interessen als bei den jeweiligen Gruppen der KG. Bemerkenswert ist, dass die Mädchen der JIA ein ähnlich hohes Interesse im sozialen Bereich aufweisen wie die Mädchen der KG. Im künstlerischen Bereich (Artistic) ist sogar ein deutlich ausgeprägteres Interesse bei den Mädchen der JIA festzustellen als bei den Mädchen der KG.

Besonders die JIA-Schülerinnen weisen somit relativ breit gefächerte berufliche Interessen auf: Sie haben (auch) an künstlerisch geprägten, beruflichen Tätigkeiten ein hohes Interesse. Darüber hinaus zeigen sie im eher „männlich geprägten“ Bereich „Realistic“ keine nennenswerten Unterschiede zu den KG-Jungen – ebenso bei „Investigative“. Das hohe Interesse der Mädchen im Bereich „Social“ deutet erneut daraufhin, dass ein Einbezug gesellschaftlich / sozial relevanter Aspekte in die Themenkonstruktion zur Abholung der Mädchen vorteilhaft sein kann. Wie sich durch die Analysen bzgl. des Themeninteresses (Abschnitt 2.2.4) andeutete, ist von einem Abnehmen des Interesses bei den Jungen bzw. von einem negativen Effekt auf das Interesse der Jungen in solchen Fällen der (additiven) Integration gesellschaftlich / sozial relevanter Aspekte in die Themen nicht auszugehen, solange ein deutlicher, praktisch-technischer Bezug (Realistic) erhalten bleibt.

2.2.4 Themeninteresse

Das Themeninteresse wurde anhand einer umfangreichen Aufstellung unterschiedlicher Themen erfragt, bei denen die SuS angeben sollten, wie interessant bzw. uninteressant sie diese finden. Die Themen wurden dabei verknüpft mit Methoden der Aneignung bzw. Bearbeitung wie Recherchieren, Diskutieren, Bauen, Berechnen, Konstruieren etc.

Das Themeninteresse bleibt bei den SuS über die Zeit des JIA-Besuchs hinweg weitgehend stabil, wobei tendenziell eine Abnahme des Themeninteresses gegen Ende hin zu beobachten ist. Das ist in Verschränkung mit und analog zur Motivation (Abschnitt 4.2.1) ebenso erwartbar. Insgesamt kann den JIA-SuS eine weitgehend ausgeprägte Interessenlage in Bezug auf das Themeninteresse im MINT-Bereich unterstellt werden.

Durch die Analysen des Themeninteresses konnte festgestellt werden, dass auf methodischer Ebene der Hands-on-Aspekt den SuS wichtig erscheint. So sind die beliebtesten Methoden das Bauen und Konstruieren. Weniger beliebte Methoden sind Rechnen und Recherchieren.

Tabelle 1 soll einen Überblick zu den Ergebnissen bzgl. der inhaltlichen Ebene geben. Identifiziert wurden Themenbereiche die 1.) insbesondere für die Jungen, 2.) insbesondere für die Mädchen und 3.) für beide Geschlechter gleichermaßen von hohem Interesse sind, und damit einen Unterricht ermöglichen, in dem alle SuS abgeholt werden können. Von hohem Interesse für beide Geschlechter sind v.a. Themen, die sich im Kern mit zukünftig noch bedeutsameren Technologien bzw. weitgehend „neuen“ Technologien beschäftigen (beispielsweise Robotik, 3D-Druck, Wasserstoffantrieb).

Bei den genderspezifischen Interessenausprägungen zeigt sich auch hier wie beim beruflichen Interesse die „People-Things-Dimension“ (Abschnitt 2.2.3). Wird berücksichtigt, dass die SuS Werte zwischen 1 (kein Interesse) und 5 (sehr großes Interesse) ankreuzen konnten, ist auffällig, dass selbst Themenfelder mit vergleichsweise niedrigem Interesse im Durchschnitt dennoch einem mittleren Interesse entsprechen.

Tabelle 1 Überblick Themeninteresse nach Geschlecht (inhaltliche Ebene)

	1.) Themenspektren, die besonders für <u>Jungen</u> interessant und für Mädchen weniger interessant sind	2.) Themenspektren, die besonders für <u>Mädchen</u> interessant und für Jungen weniger interessant sind	3.) Themenspektren, die für <u>beide Geschlechter</u> gleichermaßen von hohem Interesse sind
Erläuterung	Themen, bei denen technisch-sachbezogene Aspekte im Vordergrund stehen.	Themen, die biologisch geprägt sind. Technisch-sachbezogene Aspekte sind häufig „Mittel zum Zweck“, um ein biologisches bzw. auf Menschen/menschliche Anwendung hin geprägtes Ziel zu erreichen.	Themen bezogen auf modern anmutende bzw. zukünftig stärker relevante Technologien (Robotik, 3D-Druck, Wasserstoffantrieb) + Themen aus dem (jugendlichen) Alltag. Geschlechterdifferenz fällt am geringsten aus, wenn diese Technologien biologische oder medizinische Bezüge bzw. Ziele und/oder menschnenne Anwendungsaspekte erkennbar sind.
Beispiele	Mehr darüber erfahren, wie ein Microcontroller programmiert wird (MW _{m/w} - 3,6 / 2,6) Prototypen erstellen und darin mechanische Bauteile miteinander verbinden (MW _{m/w} - 3,7 / 2,6)	Mehr Einblick erhalten, wie menschliches Gewebe und Krankheitserreger untersucht werden können (MW _{m/w} - 2,9 / 3,8) Mehr Einblick erhalten, wie Mikroskope und medizinische Spiegel in einer Arztpraxis Verwendung finden (MW _{m/w} - 2,7 / 3,5)	Mehr darüber erfahren, wie eine Roboterhand einer echten Hand nachempfunden wird (MW _{m/w} - 3,68 / 3,6) Eine Handyhülle entwerfen und anschließend mit einem 3D-Drucker herstellen (MW _{m/w} - 3,7 / 3,8)

2.2.5 Lob und Kritik an naturwissenschaftlichem und technischem Unterricht

Die SuS, sowohl der JIA als auch der Kontrollgruppe, wurden gefragt, was ihnen am Unterricht zu Technik und Naturwissenschaft besonders gut gefällt und was sie an daran nicht so gern mögen. Das Antwortformat war offen, sodass die SuS in Worte fassen konnten, was ihnen zu diesen Fragen einfiel. Insgesamt formulierten 123 SuS Lob und ihre Antworten konnte in 233 Argumente codiert werden. Die 150 Kritikpunkte wurden von 108 SuS geäußert. Als Basiswert für die folgenden Prozentangaben gelten jeweils die SuS, die eine Antwort in der entsprechenden Kategorie formuliert haben (Lob: 123 SuS = 100 %; Kritik: 108 SuS = 100 %).

38,2 % der SuS äußerten sich positiv bezüglich der vielfältigen und interessanten Themenwahl in Naturwissenschaft und Technik. Explizit wurden unter anderem das Programmieren und die Beschäftigung mit Lego Mindstorms sowie das Themenfeld Medizintechnik genannt. 34,1 % griffen in ihrem Lob den Alltagsbezug und die erkannte Relevanz der Thematiken auf. Sie sehen durch den naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht viele Anwendungsmöglichkeiten, beispielsweise zur Bewältigung globaler Herausforderungen, wie dem Klimawandel oder dem Umweltschutz. Außerdem gefällt ihnen, dass sie ein tieferes Verständnis über ihre technische, biologische, gesellschaftliche und alltägliche Umwelt erhalten, und die Wechselwirkungen dieser erkennen. So sind sie in der Lage, elaborierte, eigene Meinungen auszubilden. Bezüglich der Kritik werden diese Kategorien ebenfalls aufgegriffen: Die Themen und Methoden seien uninteressant bzw. es könne keine Relevanz für den Alltag erkannt werden. Da sich die Argumentationsketten der SuS hier kaum trennen lassen, wurde lediglich eine Kategorie gebildet, welcher 50 % der SuS angehören. Die Themen wurden als uninteressant, langweilig und realitätsfern bezeichnet. Explizit genannt wurden unter anderem die Themen Programmieren und Lego Mindstorms. Hier zeigt sich eine Diskrepanz und damit deutlich die Individualität der SuS, denn genau die gleichen Schlagworte wurden bereits beim Lob genannt.

Gleiches zeigt sich bei den unterschiedlichen MINT-Fächern: Einzelne SuS mögen besonders gern Biologie, Technik, Physik, Mathematik oder nennen mehrere Naturwissenschaften, andere geben bei genau diesen Fächern an, dass sie diese nicht gern mögen. Positiv wird von 10,6 % der SuS bewertet, dass sich die MINT-Fächer von anderen unterscheiden, beispielsweise durch Praktika und Exkursionen.

21,3 % der SuS beklagen sich über den hohen Anspruch in den MINT-Fächern. Sie fühlen sich überfordert und unter Stress gesetzt, beispielsweise durch die Komplexität oder den Umfang des Lernstoffs. Sie nehmen eigene Defizite wahr, insbesondere dann, wenn sie den Eindruck bekommen, dass viele ihrer Mitschüler*innen bereits über ein umfangreiches Vorwissen verfügen und damit einen Vorteil haben. 3,7 % beklagen sich über zu viele Noten bzw. den generellen Prüfungsanspruch. 5,6 % fällt es schwer, im Unterricht den roten Faden zu

erkennen. 23,1 % ist der theoretische Anteil im MINT-Unterricht zu hoch bzw. der praktische Anteil zu niedrig. 11,1 % fühlen sich durch die Lehrkraft nicht angemessen unterstützt.

Dem gegenüber stehen 17,1 %, die sich positiv gegenüber komplexen Aufgaben, dem Experimentieren, sowie der Umsetzung von Projekten äußern. 16,3 % erwähnen lobend die damit einhergehenden Möglichkeiten, kreativ und problemlösend zu arbeiten und sich autonom zu erleben. Von 26,8 % werden die praktischen und handwerklichen Tätigkeiten positiv geschätzt. 6,5 % loben ihre Lehrkraft, weitere 11,4 % erleben das gemeinsame Lernen, sowie die gegenseitige Unterstützung in Schülergruppen als bereichernd.

Eine tiefere Analyse der einzelnen Antworten zeigt, dass diese Befunde keinen Widerspruch darstellen: Projekte und komplexe Aufgaben werden dann als positiv erlebt, wenn die Thematik als interessant und relevant wahrgenommen wird. Ist dem nicht so, nehmen die SuS die länger andauernde Projektphase als anstrengend wahr und es fällt ihnen schwer, die Motivation aufrechtzuerhalten.

Generell sind viele der geäußerten Lob- und Kritikpunkte von den SuS elaboriert und selbstreflektierend formuliert.

3 Fachkompetenzerwerb

3.1 Einführung

Das Fachwissen wurde lediglich in den JIA-Kursen erhoben, nicht in den Kontrollgruppen, da die SuS der Kontrollgruppe sich inhaltlich mit den entsprechenden Thematiken nicht auseinandersetzten. Mit den JIA-Lehrenden wurden bezüglich der thematischen Schwerpunktsetzungen der einzelnen Kurse Rücksprachen gehalten, sodass der Fachtest zur Erfassung des Fachwissens auf diese zugeschnitten werden konnte (Abschnitt 3.2).

Ein wissenschaftlicher Fachtest zur Erfassung des Fachwissens unterscheidet sich von einer Klausur. Abgefragte Klausurinhalte wurden im vorausgegangenen Unterricht behandelt, sodass (zumindest theoretisch) jede*r Schüler*in eine sehr gute Note erreichen könnte. Beim Fachtest ist nicht gewünscht, dass eine größere Anzahl von Personen die volle Punktezahl erreicht. Für statistische Verfahren ist die Varianz erforderlich, um Leistungsgruppen identifizieren zu können. So werden bewusst leichte und schwierige Aufgaben kombiniert. Die Auswertung des Fachtests ermöglicht die Formulierung von Kernaussagen (Abschnitt 3.3). Bezüglich der Frage, was im Detail in den einzelnen JIA-Kursen gelernt wurde, haben die gestellten Klausuren eine höhere Aussagekraft. Aus diesem Grund sehen wir von den schulspezifischen Auswertungen des Fachwissens ab.

Ein Vergleich zwischen dem ersten und dritten Längsschnitt ist bezüglich des Fachwissens nicht möglich. Einerseits wurden im ersten Längsschnitt andere Testinstrumente eingesetzt, da ein geringeres Spektrum an Themenfelder abgedeckt wurde, sodass ein vergleichsweise kleiner Ausschnitt der Komplexität und der Gesamtheit der JIA abgebildet wurde. Andererseits sind die Ergebnisse, welche unter Pandemiebedingungen erhoben wurden, insbesondere bezüglich des Fachtests nicht valide, da viele der SuS bei der Bearbeitung „geschummelt“ haben (beispielsweise wurden Antworten offensichtlich aus Wikipedia abgeschrieben). Aus diesem Grund werden folgend lediglich die belastbaren und vielschichtigen Ergebnisse aus dem dritten Längsschnitt aufgeführt.

3.2 Aufbau der Fachtests und Datenerfassung

In Anlehnung an häufig gesetzte Schwerpunkte in der JIA wurden 8 Testsets entwickelt: (1) Automatisierungstechnik & Robotik, (2) Bautechnik & Konstruktion, (3) Elektrotechnik, (4) Erneuerbare Energien, (5) Kunststofflehre, (6) Luft- & Raumfahrttechnik, (7) Medizintechnik und (8) Projektmanagement. Jedes Testset besteht aus fünf oder sechs Aufgaben dieses thematischen Schwerpunkts.

Die Punktzahl variiert je nach Komplexität und Umfang der Aufgaben, sodass pro Testset die Gesamtpunktzahl zwischen 15 und 23 Punkten liegt. Für die Auswertung werden die Lösungsquoten betrachtet (wie viel Prozent der möglichen Maximalpunktzahl im Mittel erreicht wurden). Die Testsets weisen akzeptable Reliabilitätswerte auf (Maßzahlen für die Zuverlässigkeit eines wissenschaftlichen Tests).

Jeder Fachtest umfasste zwei der genannten Testsets, die sich an den thematischen Schwerpunkten der jeweiligen JIA orientieren. Optimal war, wenn zu allen drei Messzeitpunkten der gleiche Fachtest zum Einsatz kam. In Einzelfällen wurden die Themenschwerpunkte im Verlauf der JIA verändert, sodass der Fachtest angepasst wurde. In diesen Fällen ist eine längsschnittliche Betrachtung nicht möglich.

Die SuS hatten 40 Minuten für die Bearbeitung des Fachtests. Durch die Verknüpfung von zwei Testsets pro Fachtest umfasste dieser mindestens zehn, maximal zwölf Aufgaben. Der Umfang des Fachtests war damit so konzipiert, dass innerhalb der 40 Minuten ausreichend Zeit zur Verfügung stand, um die Aufgaben ohne Zeitdruck zu bearbeiten. Die Tatsache, dass im Verlauf der Erhebungen die meisten SuS vor dem Ablauf der 40 Minuten die Bearbeitung des Fachtests beendet haben, belegt, dass diese theoretische Überlegung in der Praxis umgesetzt werden konnte.

Aufgrund fehlender Passung zu den Inhalten der an den Erhebungen teilnehmenden JIA-Kursen kam das Testset Luft- und Raumfahrttechnik nicht zum Einsatz.

3.3 Ergebnisse und Daten des Fachtests

In Abbildung 8 werden die mittleren Lösungsquoten (in Prozent) der Testsets zu den drei Messzeitpunkten dargestellt und die Werte inklusive Standardabweichung sind in Tabelle 2 aufgeführt. Dies sind die querschnittlichen Ergebnisse. Das bedeutet, dass jede*r Schüler*in, die an diesem Messzeitpunkt einen Fachtest bearbeitet hat, in der Darstellung berücksichtigt ist. Je nach Testset und Messzeitpunkt variieren die Teilnehmendenzahlen stark, sodass nicht für alle Skalen eine rein längsschnittliche Betrachtung mit Erfassung des Geschlechtereffekts möglich ist.

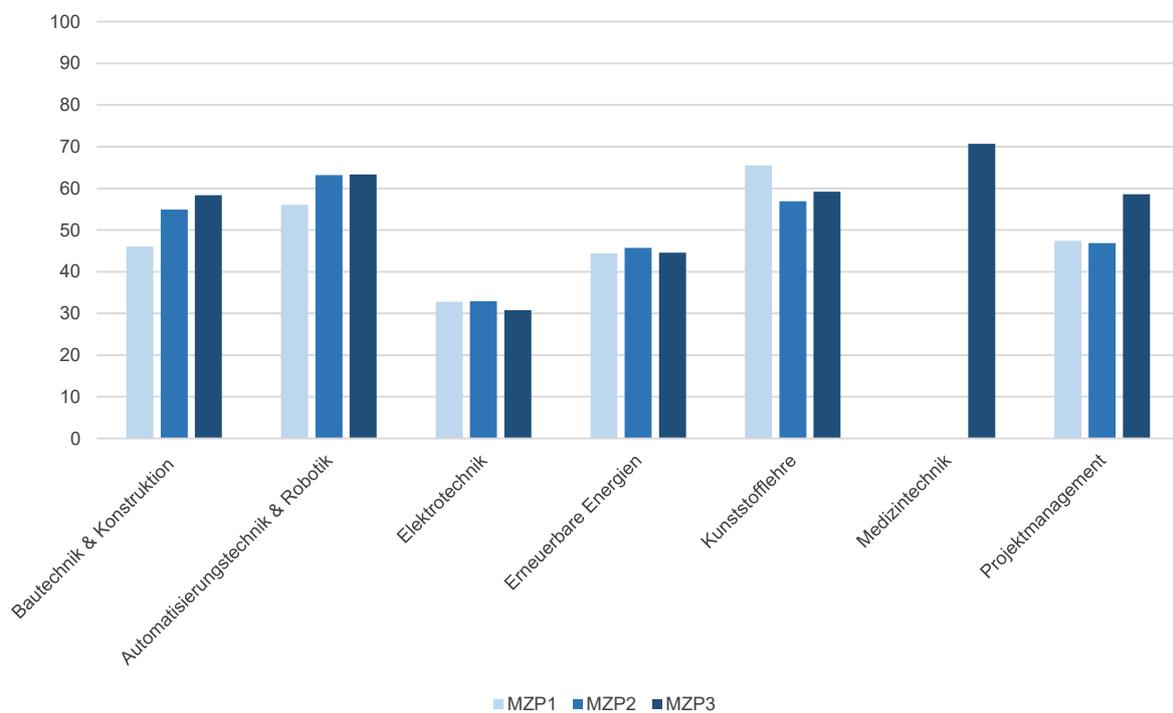


Abbildung 8 Mittlere Lösungsquote des Testsets zur Erfassung des Fachwissens in Prozent (Querschnitt)

Tabelle 2 Mittlere Lösungsquote des Testsets zur Erfassung des Fachwissens in Prozent (Querschnitt)

MZP	Bautechnik & Konstruktion	Automatisierungstechnik & Robotik	Elektrotechnik	Erneuerbare Energien	Kunststofflehre	Medizintechnik	Projektmanagement
1	MW = 46,0 (SD = 21,3)	MW = 56,1 (SD = 20,8)	MW = 32,8 (SD = 19,9)	MW = 44,4 (SD = 16,6)	MW = 65,5 (SD = 15,8)	/	MW = 47,7 (SD = 16,6)
2	MW = 54,9 (SD = 19,0)	MW = 63,2 (SD = 17,9)	MW = 33,0 (SD = 16,5)	MW = 45,7 (SD = 16,8)	MW = 56,9 (SD = 20,1)	/	MW = 46,9 (SD = 17,4)
3	MW = 58,3 (SD = 14,7)	MW = 63,3 (SD = 24,0)	MW = 30,8 (SD = 15,9)	MW = 44,6 (SD = 19,4)	MW = 59,2 (SD = 14,3)	MW = 70,7 (SD = 19,2)	MW = 58,6 (SD = 14,2)

Die SuS bringen zu Beginn der JIA bereits Vorwissen zu den Themenfeldern mit. Das elaborierte Vorwissen zeigt sich bereits in den relativ hohen Lösungsquoten zu MZP 1. In den Fachtests zeigten sich außerdem verbreitete Fehlkonzepte, die gemeinsam mit den zentralen Befunden der einzelnen Testsets in den Abschnitten 3.3.1 bis 3.3.7 aufgegriffen werden.

3.3.1 Bautechnik & Konstruktion

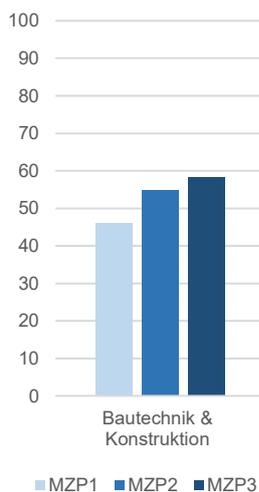


Abbildung 8 (Auszug links) lässt einen Zuwachs des Fachwissens im Themenfeld Bautechnik & Konstruktion erahnen. Aufgrund der hohen Teilnehmendenzahl in diesem Testset ist die Auswertung des sogenannten *echten* Längsschnitts möglich. Hierbei werden lediglich jene SuS für die Auswertung berücksichtigt, die zu allen drei Messzeitpunkten dieses Testset bearbeitet haben. Die Entwicklungsverläufe, unterschieden nach dem Geschlecht, sind in Abbildung 9 dargestellt. Zwar ist ein leichter Aufwärtstrend auch hier und für beide Geschlechter erkennbar, jedoch wird dieser statistisch gesehen nicht signifikant ($\eta^2 = 0,05$; $p = 0,11$). Durch den Fachtest sollte neben den Entwicklungsverläufen außerdem ermittelt werden, welches Fach-

wissen zum Ende der JIA bei den SuS vorhanden ist, unabhängig davon, ob die Thematik Bautechnik & Konstruktion zwischen MZP 1 und 2 oder MZP 2 und 3 behandelt wurde. Die Werte deuten darauf hin, dass das erworbene Fachwissen erhalten bleibt und nicht vergessen wird.

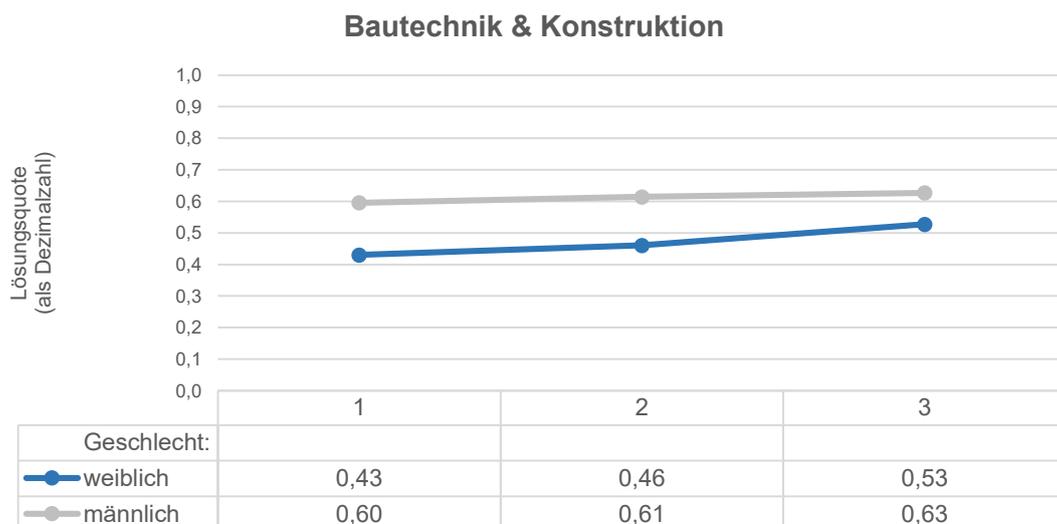
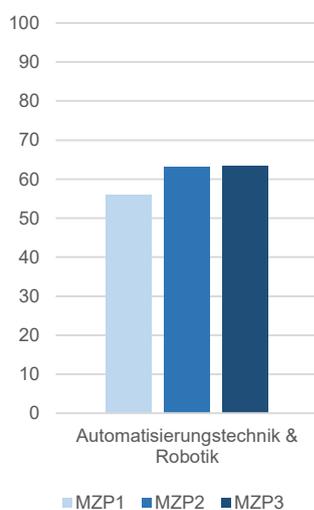


Abbildung 9 Entwicklungsverläufe Fachwissen im Testset Bautechnik und Konstruktion (Geschlechtervergleich)

Das Geschlecht hat keinen signifikanten Effekt auf die Entwicklung des Fachwissens ($\eta^2 = 0,02$; $p = 0,52$). Die Jungen starten mit einem höheren Fachwissen und der Abstand zwischen Mädchen und Jungen bleibt über alle drei MZP weitestgehend stabil.

Ein Paper-Pencil-Test hat lediglich eingeschränkte Möglichkeiten die Hands-on-Komponente der JIA zu erfassen, die insbesondere in diesem Themenfeld eine große Rolle spielt. Aufgrund der parallelen Entwicklung von Jungen und Mädchen ist davon auszugehen, dass beide Geschlechter gleichermaßen von dem Unterricht profitieren und durch die Hands-on-Komponente erreicht wurden.

3.3.2 Automatisierungstechnik & Robotik



Der *echte* Längsschnitt, dargestellt in Abbildung 10, zeigt eine vergleichbare Entwicklung zur querschnittlichen Auswertung (Abbildung 8; Auszug links). Dieser Wissenszuwachs ist für die Gesamtgruppe statistisch nachweisbar und somit bedeutsam ($\eta^2 = 0,10^*$; $p = 0,02$). Bezüglich der Geschlechter sind in der Abbildung kaum Unterschiede sichtbar und diese werden entsprechend nicht signifikant ($\eta^2 = 0,01$; $p = 0,77$). Das eher männlich attribuierte Themenfeld Automatisierungstechnik & Robotik konnte in der JIA so aufbereitet werden, dass beide Geschlechter gleichermaßen abgeholt werden und von einem identischen Wissenszuwachs profitieren.

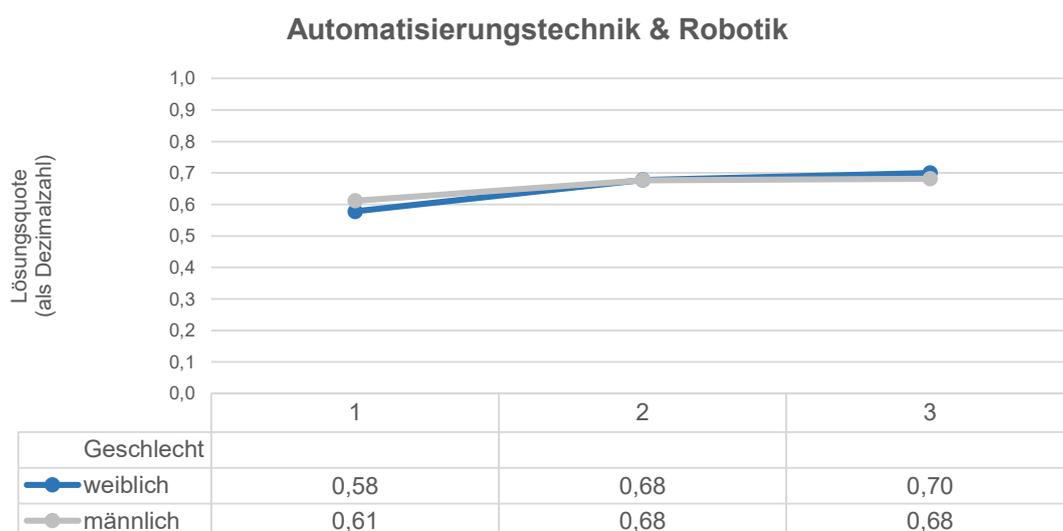


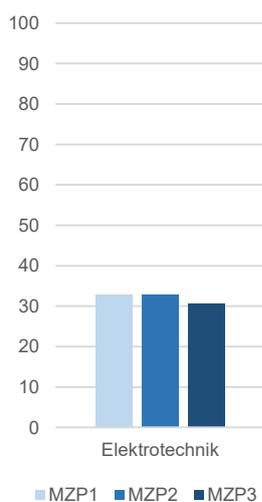
Abbildung 10 Entwicklungsverläufe Fachwissen im Testset Automatisierungstechnik und Robotik (Geschlechtervergleich)

Die Zuordnung von Kommandos, Schleifen und Sensoren, um einen Roboter für die Bewältigung einer vorgegebenen Aufgabe zu befähigen, wurde von den SuS weitestgehend erfolgreich vorgenommen. Diese Handlungsfelder scheinen in nahezu allen JIA-Kursen, die sich mit dem Themenfeld Automatisierungstechnik & Robotik beschäftigen, aufgegriffen zu werden. Während es den meisten SuS gelingt, den passenden Sensor für eine vorgegebene Aufgabe, die der Roboter ausführen soll, auszuwählen, fällt es vielen jedoch schwer zu formulieren, wie der Sensor tatsächlich funktioniert, sodass unkonkrete Aussagen gemacht wurden. Beispielsweise wurde häufig von den SuS geschrieben, dass der Ultraschallsensor Objekte bzw. der Lichtsensor Farben erkenne, was als Wissen für die Auswahl des geeigneten Sensors ausreichte, jedoch unkonkret und wenig fundiert ist.

Im Umgang mit Binärzahlen können wir in fast allen Kursen einen deutlichen Wissenszuwachs feststellen.

Die Aufgaben zu den Grundverknüpfungen zeigen Klasseneffekte, was darauf hindeutet, dass dieser Themenbereich nicht flächendeckend bzw. in variierender Vertiefung behandelt wurde.

3.3.3 Elektrotechnik



Im Themenfeld Elektrotechnik liegen für den *echten* Längsschnitt nicht genügend Fälle vor. Abbildung 8 (Auszug links) lässt einen leichten Abfall des Fachwissens vermuten, der statistisch nicht belegt werden kann. Durch die geringe Anzahl von SuS, die dieses Testset bearbeitet haben, fällt es bei der Berechnung des Mittelwerts stärker ins Gewicht, wenn eine Person bspw. „einen schlechten Tag“ hatte und entsprechend ihr volles Potential nicht zeigen konnte/wollte.

Bei der aufgabenspezifischen Analyse zeigt sich ein differenziertes Fachwissensniveau je nach Bauteil. Für die Darstellung der Prozentangaben in diesem Abschnitt wird der gewichtete Mittelwert über alle drei Messzeitpunkte herangezogen.

Im Mittel können 71 % der SuS das Amperemeter korrekt benennen. Es herrschen jedoch Unsicherheiten darüber, wie ein Schaltplan mit Ampere- und Voltmeter aussehen sollte, um Spannung und Strom korrekt zu erfassen.

Der Widerstand wird von 83 % der SuS korrekt bezeichnet, jedoch sind Schwierigkeiten bei der Berechnung von Gesamtwiderständen erkennbar. Gegeben war ein Schaltplan, bei dem zwei Widerstände in Reihe und ein dritter zu diesen parallel geschaltet ist. Etwa 2 % der SuS haben diese Aufgabe vollständig korrekt gelöst. 31 % haben bei dieser Aufgabe nichts geschrieben. Unklar ist, ob diese SuS keine Lösungsidee oder keine Motivation für die Aufgabe hatten. Der häufigste Fehler der verbliebenen 67 % bestand darin, dass die Werte

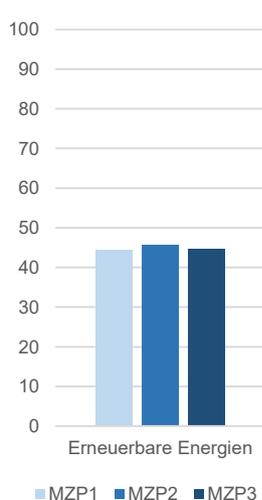
aller drei Widerstände addiert wurden. Die Berechnung der Stromstärke (Spannung und Widerstand gegeben) sowie der Spannung (Stromstärke und Widerstand gegeben) gelang hingegen 20 % bzw. 29 % vollständig und 17 % bzw. 14 % im Ansatz. Hier haben jeweils 38 % der SuS nicht versucht, die Aufgabe zu lösen.

Im Mittel können 54 % der SuS die Diode als Schaltzeichen korrekt beschriften. Viele dieser SuS nutzen zwar die Schlagworte Sperr- und Durchlassrichtung, womit Indizien erkennbar sind, dass die grundsätzliche Funktionsweise der Dioden bekannt ist. Jedoch fällt es den SuS einerseits schwer, zu entscheiden, welche Diode in einem Schaltplan in Sperr- und welche in Durchlassrichtung geschaltet ist, und andererseits die Abbildung einer Diode hinsichtlich Anode und Kathode zu beschriften.

Die Varianz in der Bearbeitung der Aufgaben zu Transistor, Spule und Kondensator lassen darauf schließen, dass diese Bauteile nicht in allen JIA-Kursen behandelt wurden.

Das Themenfeld der Elektrotechnik hat Schnittmengen zum Unterrichtsfach Physik. Bereits die wissenschaftliche Untersuchung des Unterrichtsfachs Naturwissenschaft und Technik (kurz NwT) in Baden-Württemberg durch die Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik der Universität Stuttgart im Schuljahr 2016/2017 hat gezeigt, dass die im Physikunterricht behandelten Grundlagen der Elektrotechnik nicht notwendigerweise auf die fachübergreifenden Wahlpflichtfächer übertragen werden bzw. die bereits im Physikunterricht behandelten Inhalte nicht abgerufen werden. Daher kann die Empfehlung ausgesprochen werden, die für die JIA erforderlichen Grundlagen zu wiederholen.

3.3.4 Erneuerbare Energien



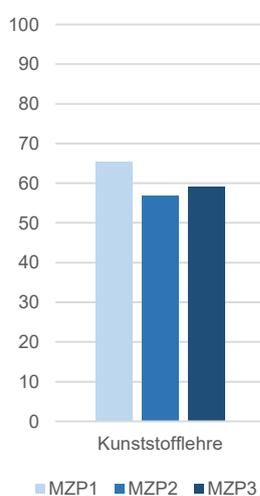
Für den *echten* Längsschnitt liegen auch im Themenfeld Erneuerbare Energien nicht genügend Daten vor. Abbildung 8 (Auszug links) lässt ein vergleichbares Niveau des Fachwissens zu allen Messzeitpunkten erahnen. Auch hier fallen aufgrund der geringen Teilnehmendenzahl Störvariablen, wie beispielsweise fehlende Testmotivation, verhältnismäßig stark ins Gewicht.

Lediglich bei der Aufgabe zur Funktion des Pumpspeicherkraftwerks werden zu den späteren Messzeitpunkten im Mittel nennenswert höhere Punktzahlen erreicht, während die Punktzahlen bei den anderen Aufgaben weitestgehend stagnieren.

Die SuS starten bereits mit einem hohen Vorwissen ins Themenfeld Erneuerbare Energien: Contra-Argumente für verschiedene Kraftwerktypen können zu allen Messzeitpunkten formuliert werden, jedoch erscheinen viele dieser Argumente (unreflektiert) aus der Presse entnommen. Es soll nicht bestritten werden, dass Windkraftanlagen und Wasserkraftwerke

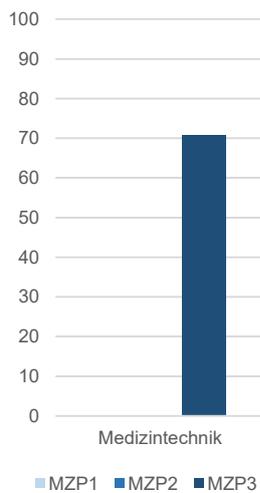
Risiken für Vögel bzw. Fische darstellen können, jedoch zeigen die tatsächlichen Zahlen, dass es größere Bedrohungen gibt, beispielsweise sterben weitaus mehr Vögel an Glasfassaden als durch Windenergieanlage. ^[2] Außerdem konnte festgestellt werden, dass viele SuS die Annahme vertreten, dass alle Energieformen, die nicht regenerativ sind, zwangsläufig klimaschädlich sind. Viele nannten den CO₂-Ausstoß als mögliche negative Auswirkungen eines Atomkraftwerks auf Mensch und/oder Umwelt. Hier ist jedoch zu differenzieren: Das Atomkraftwerk ist nicht klima-, sondern umweltschädlich. Eine elaborierte Auseinandersetzung mit Schlagzeilen und weit verbreiteten Fehlannahmen könnte im Rahmen der JIA eine interessante Ergänzung darstellen.

3.3.5 Kunststofflehre



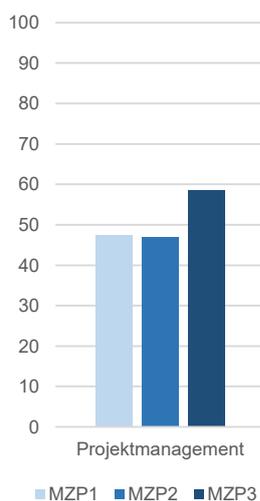
Im Bereich der Kunststofflehre ist in Abbildung 8 (Auszug links) ein Indiz für einen Kompetenzabfall sichtbar. Die wenigen SuS, die im Längsschnitt betrachtet werden können, bekräftigen diesen Verdacht, sind jedoch zu wenige für eine statistisch fundierte Betrachtung. In diesem Testset zeigen sich deutliche Effekte der Testmotivation: Als erste Aufgabe (sozusagen als Warm-Up) sollten die SuS alltägliche Gegenstände nennen, die aus Kunststoff bestehen. Während zum ersten Messzeitpunkt im Mittel 2,5 Punkte (von maximal 3 Punkten) erreicht wurden, sind es zum dritten Messzeitpunkt nur noch 1,8 Punkte. Zu allen Messzeitpunkten gab es je 2 - 3 motivierte SuS, die eine Gesamtlösungsquote des Testsets von 80 % oder höher erreicht haben. Bei allen gestellten Aufgaben (mit Ausnahme von einer) gab es zu jedem Messzeitpunkt mindestens eine Person, die die maximale Punktzahl erreicht hat. Bei zwei der fünf Aufgaben konnten über 25 % aller befragten SuS die maximale Punktzahl erreichen. Entsprechend ist die Vermutung naheliegend, dass die geringere Lösungsquote zu den späteren Messzeitpunkten nicht an mangelhafter inhaltlicher Passung bzw. der generellen Schwierigkeit des Testsets lag, sondern daran, dass die SuS in diesem Themenfeld mehr hätten leisten könnten, dies jedoch nicht wollten.

3.3.6 Medizintechnik



Aufgrund von thematischen Anpassungen eines Kurses, die zu Beginn der Evaluation noch nicht abzusehen waren, wurde innerhalb dieses Kurses die Zusammensetzung des Fachtest zu Messzeitpunkt 3 verändert, sodass das Testset zur Medizintechnik zum letzten Messzeitpunkt zum Einsatz kam. Im Vergleich zu allen anderen Testsets über alle Messzeitpunkte hinweg (Abbildung 8) wurde hier mit 70,7 % im Mittel die höchste Lösungsquote erzielt. Außerdem konnte bei vier der fünf Aufgaben von mindestens eine*r Schüler*in die maximale Punktzahl erreicht werden. Dieses Testset wies somit eine sehr gute Passung zu den in diesem JIA-Kurs behandelten Themenfeldern auf.

3.3.7 Projektmanagement



Das Themenfeld Projektmanagement wird in kaum einer JIA explizit aufgegriffen. Dennoch stellt sich die Frage, ob durch den Projektaufbau der JIA, Wissen in diesem Themenfeld erworben wurde. Der hohe Wert zu Messzeitpunkt 3 (Abbildung 8; Auszug links) ist insbesondere auf die Mädchen zurückzuführen, die sich in diesem Wert signifikant von den Jungen unterscheiden ($\Delta_{\text{Mittelwert}} = 16,3$ Prozentpunkte; Cohens $d = 1,4$; $p = 0,03$), während die Werte zu den anderen beiden Messzeitpunkten keinen signifikanten Effekt zeigen. Durch den Aufbau der JIA als projektorientiertem Unterricht erwerben insbesondere die Schülerinnen, aber auch die Schüler Wissen über generelle Projekte. Die Abgrenzung des Projekts von anderen

Aufgabentypen wie Arbeitsauftrag und Experiment fällt den SuS dennoch schwer. Insbesondere bei der Frage nach Phasen, die ein Projekt beinhalten sollte, wird deutlich, dass ein Projekt von vielen SuS mit einem chemischen/physikalischen Versuch gleichgesetzt wurde, was sich darin äußert, dass Phasen wie „Versuchsaufbau“ genannt wurden. Außerdem herrscht die weitverbreitete Meinung, dass ein Projekt immer mit einer Präsentation endet, was in der Schule durchaus der Realität entspricht, jedoch im generellen Projektverständnis zu kurz greift. Einzelne SuS zeigen durch den Gebrauch von Schlagworten, wie Reflexion und (theoretisch möglichem) Ausblick, dass sie über die reine Präsentation eines fertigen Produkts hinausdenken. Aufgrund der Ergebnisse ist davon auszugehen, dass es manchen SuS leichter fällt, selbstständig das im schulischen MINT-Kontext erworbene Projektwissen auf Projekte in anderen Bereichen zu übertragen, während andere sich weitestgehend auf MINT-spezifische Projekte beziehen und der Transfer ohne explizite Unterstützung nicht gelingt.

4 Wahrgenommene Durchführungsqualität der JIA

4.1 Einführung

Den JIA-SuS wurden Fragen bzw. Aussagen zur Einschätzung vorgelegt, die sich auf das Erleben des JIA-Unterrichts beziehen. Hierzu gehören insbesondere die Motivation und motivationsrelevante Bedingungen, welche für SuS wichtig sind, um positive Bezüge zu den behandelten Themen und Inhalten aufbauen zu können. Entsprechend liegen keine Daten der Kontrollgruppe vor.

Zur Einordnung der Ergebnisse werden Daten aus dem ersten Längsschnitt der Evaluation herangezogen. Der erste Längsschnitt umfasste die Schuljahre 2018/2019 und 2019/2020.

4.2 Konstrukte und Ergebnisse

4.2.1 Motivation



Konstrukt Auf Grundlage der pädagogischen Interessentheorie können verschiedene Formen von Lernmotivation differenziert werden. ^[21] SuS verspüren in Bezug auf bestimmte Unterrichtsphasen nie nur eine Form der Motivation. Einzelne Aspekte und Unterrichtsphasen können mit stärkeren / selbstbestimmteren Motivationsformen erlebt werden, während andere mit schwächeren / weniger selbstbestimmten Motivationsformen erlebt werden. Um die Motivation von SuS umfassend zu analysieren, müssen grundsätzlich mehrere Motivationsformen zusammen erhoben und betrachtet werden. Für die Untersuchung wurden vier Varianten motivierten Lernens miteinbezogen: Amotiviert, Extrinsisch/External, Identifiziert und Intrinsisch.

Amotiviert „*Amotiviert*“ bezeichnet Zustände ohne gerichtete Lernmotivation, gleichgültige bis apathische, chaotische oder hilflose Zustände. Die Person sieht keine Möglichkeiten, die Situation unter Kontrolle zu bringen.“

^[21] Beispiel-Item: „In den letzten JIA-Stunden hatte ich keine Lust etwas zu tun.“

External Extrinsisch bzw. „*External*“ bedeutet, es wird (nur) gelernt, um Bekräftigungen oder Belohnungen zu erlangen oder um drohende Bestrafungen zu vermeiden. Dieses Lernen aufgrund externaler Kontingenzen ist fremdbestimmt.“ ^[22] Beispiel-Item: „In den letzten JIA-Stunden habe ich nur etwas getan, wenn ich unter Druck gesetzt wurde.“

Identifiziert „*Identifiziert*“ bezeichnet motiviertes Lernen von Inhalten und Tätigkeiten, die (für die Person) [...] als wichtig erachtet werden, weil über das

Lernen eigene, selbstgesetzte Ziele erreicht, werden können. Die Person lernt von sich aus.“ [21] Beispiel-Item: „In den letzten JIA-Stunden habe ich mich angestrengt, weil ich die Inhalte für die Schule und in Zukunft können muss.“

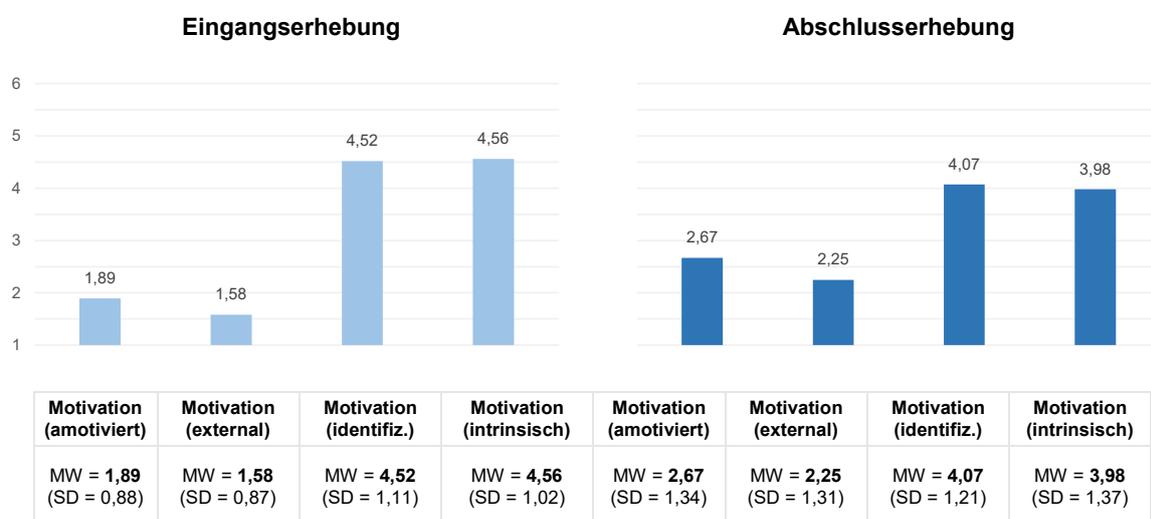
Intrinsisch „Intrinsisch‘ motiviertes Lernen wird durch wahrgenommene Anreize in der Sache oder in den Tätigkeiten selbst veranlasst. Intrinsisch motiviertes Lernen (z.B. neugieriges Fragen und Erkunden, Problemlösen) erfolgt unabhängig von externalen Kontingenzen, und damit selbstbestimmt.“ [21] Beispiel-Item: „In den letzten JIA-Stunden fand ich die Unterrichtsinhalte spannend.“

Diese vier Formen der Lernmotivation wurden in einem gemeinsamen Block an Aussagen erhoben, zu welchen die SuS ihr persönliches Erleben in sechs abgestuften Antwortmöglichkeiten (von 1 = „nie“ bis 6 = „sehr häufig“) rückmelden konnten.



Skalierung

000 Werte



Längsschnittliche Betrachtung der Motivation

Die SuS der JIA verfügen zusammenfassend über eine als positiv zu bewertende Motivationslage (Abbildung 11): Die höchsten Werte sind bei den wünschenswerten Motivationsformen „Identifiziert“ und „Intrinsisch“ festzuhalten, während bei den Motivationsformen „Amotiviert“ und „Extrinsisch“/„External“ vergleichsweise geringe Werte zu beobachten sind. Zwar verändern sich die Werte v.a. bei „Amotiviert“ und „Extrinsisch“ im Verlauf der Zeit in unerwünschter Richtung, das ist jedoch zu erwarten: I.d.R. lässt die Motivation bei SuS innerhalb von Schuljahren oder auch Ausbildungsgängen, sowie außerhalb und innerhalb von vergleichbaren Wahlkursen über die Dauer der Programme im Mittel deutlich nach. Die SuS starten in der JIA, sowie in vergleichbaren Programmen und Settings mit deutlich positiv ausgeprägteren Motivationsverhältnissen als es gegen Ende hin festzustellen ist. Entsprechend kann es ratsam sein, gerade zum Ende der JIA-Kurse hin, motivationsförderliche Methoden und Maßnahmen zu planen, um der steigenden „Amotivation“ und „extrinsischen Motivation“ entgegenzuwirken.

Erfreulich ist, dass die Werte bzgl. der erwünschten Motivationsformen „Identifiziert“ und „Intrinsisch“ weitgehend stabil auf hohem Niveau bleiben. Das spricht dafür, dass sich die SuS mit Inhalten beschäftigen, um übergreifende und eigene Ziele erreichen zu wollen bzw. verstehen, dass die Verinnerlichung des Lernstoffs wichtig ist, damit die eigenen Ziele erreicht werden können („Identifiziert“). Des Weiteren handeln sie vorwiegend selbstbestimmt und aus eigenem Interesse an der Problemlösung („Intrinsisch“).

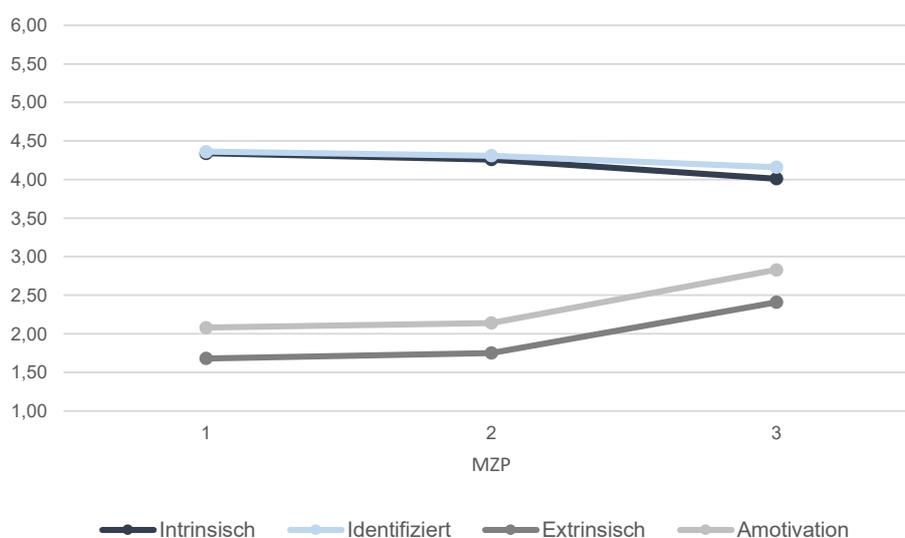


Abbildung 11 Längsschnitt Motivation

4.2.2 Basic Needs



Konstrukt Das Konzept „Basic Needs“ bezieht sich auf grundlegende psychologische Bedürfnisse. Die Erfüllung dieser Bedürfnisse kann beim Lernen eine notwendige Voraussetzung darstellen. Auf dieser Annahme stützt sich die „Selbstbestimmungstheorie der Motivation“. ^[4] Hierbei werden drei grundlegenden Bedürfnisse unterschieden: (1) das Bedürfnis nach Kompetenz und Wirksamkeit, (2) das Bedürfnis nach Selbstbestimmung und Autonomie und (3) das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit. ^[4]

Kompetenz-erleben Mit Kompetenzerleben ist gemeint, dass Lernende sich als handlungsfähig erleben und Aufgaben, Anforderungen oder Probleme selbst bewältigen können. Dies ist eng verknüpft mit dem Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und dem Gefühl von Selbstwirksamkeit. ^[14] Erfolgsergebnisse als Ergebnis der eigenen Leistung tragen somit positiv zum Kompetenzerleben bei. Beispiel-Item: „In den JIA-Stunden der letzten Wochen fanden meine Leistungen/Arbeiten Anerkennung.“

Autonomieunterstützung Mit Autonomie ist gemeint, dass Individuen selbstbestimmt handeln können und eigene Handlungsfreiheit erleben. ^[14] Dies ist verbunden mit einer lernförderlichen Umgebung, in der Individuen Ziele und Vorgehensweisen des eigenen Handelns selbst bestimmen können. ^[13] Erhoben wird inwiefern, die Lehrenden eine Lernumgebung schaffen, die Autonomieerleben ermöglicht. Beispiel-Item: „In den JIA-Stunden der letzten Wochen wurde ich ermuntert selbstständig vorzugehen.“

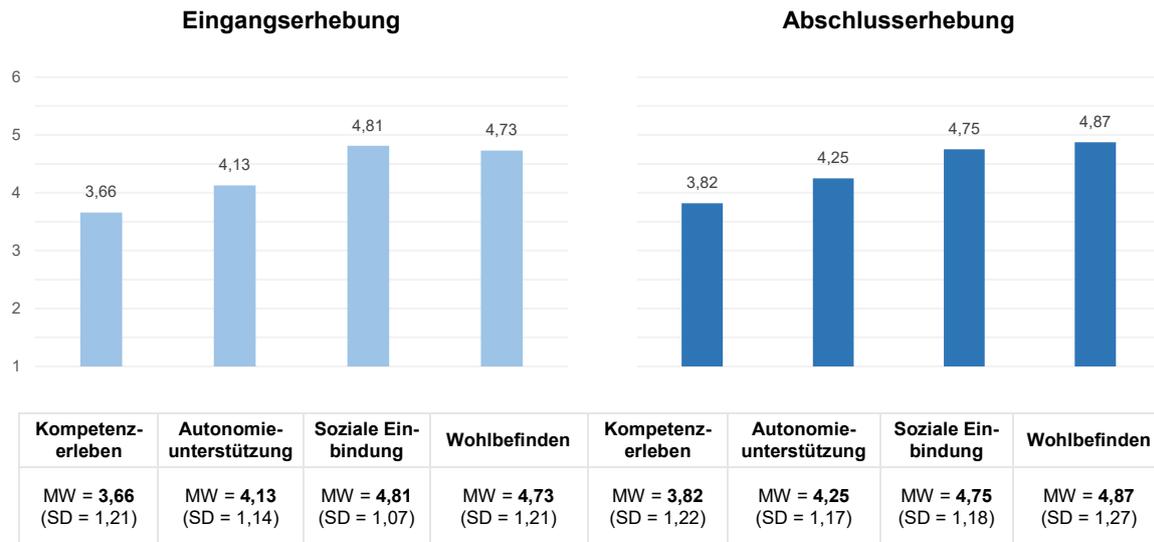
Soziale Einbindung Die soziale Eingebundenheit betont den sozialen Austausch und die Integration in eine Gruppe. ^[14] Lernende können dahingehend unterstützt werden, indem Umgebungen geschaffen werden, in denen die Möglichkeit besteht, kooperativ zu agieren. ^[13] Beispiel-Item: „In den JIA-Stunden der letzten Wochen haben sich die Lernenden gegenseitig unterstützt.“

Wohlbefinden Für die Untersuchung wurde das Konstrukt „Wohlbefinden“ integriert. Spezifisch wurde hierbei betrachtet, inwiefern die SuS sich innerhalb der Lern- und Arbeitssituationen wohlfühlten. Beispiel-Item: „In den JIA-Stunden der letzten Wochen fühlte ich mich ernst genommen.“

Die Basic Needs wurden in einem gemeinsamen Aussagenblock erhoben, zu welchen den SuS eine sechsstufige Häufigkeitsskala mit abgestuften Antwortmöglichkeiten (von 1 = „nie“ bis 6 = „sehr häufig“) vorgegeben wurde.



Werte





Längsschnittliche Betrachtung der Basic Needs

Längsschnitt 1

Entwicklung der sozialen Einbindung

Erster Lockdown zwischen MZP 2 und MZP 3

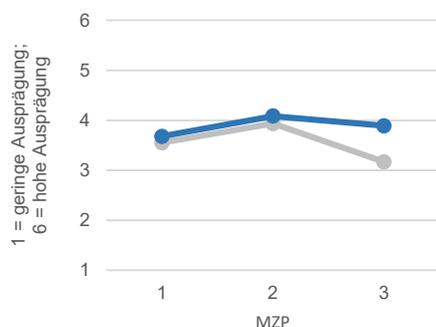


Abbildung 12 Soziale Einbindung (während Pandemie)

Längsschnitt 3

Entwicklung der sozialen Einbindung

Nach pandemiebedingten Einschränkungen

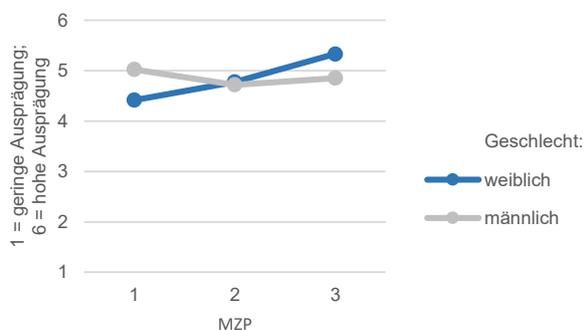


Abbildung 13 Soziale Einbindung (nach Pandemie)

	Soziale Einbindung (während Pandemie)				Soziale Einbindung (nach Pandemie)		
	MZP 1	MZP 2	MZP 3		MZP 1	MZP 2	MZP 3
weiblich	MW = 3,68	MW = 4,08	MW = 3,89	weiblich	MW = 4,42	MW = 4,78	MW = 5,33
männlich	MW = 3,55	MW = 3,93	MW = 3,17	männlich	MW = 5,03	MW = 4,72	MW = 4,85

Obleich die Bedürfnisse in Bezug auf die Basic Needs individuell betrachtet sehr unterschiedlich sein können, ist davon auszugehen, dass für die Mädchen die soziale Einbindung im Mittel bedeutsamer ist als für die Jungen. ^[28] Bezüglich der Basic Needs ist insbesondere bei der sozialen Einbindung ein interessanter Befund festzuhalten (Abbildung 12 & Abbildung 13): Unter „normalen“ Bedingungen (zwischen MZP 1 und MZP 2 im ersten Längsschnitt, sowie im dritten Längsschnitt) nimmt die Wahrnehmung der sozialen Einbindung insbesondere der Schülerinnen über die Zeit hinweg stetig zu. Die deutlich sichtbare, negative Entwicklung der JIA-Schülerinnen im ersten Längsschnitt zwischen MZP 2 und MZP 3 ist auf Effekte des Home-schoolings im Zuge der in jenem Zeitraum vorherrschenden Pandemie zurückzuführen. Betrachtet man die Entwicklungen im dritten Längsschnitt (nach den pandemiebedingten Einschränkungen) wird deutlich, dass die Wahrnehmung der sozialen Einbindung bei den Mädchen über die Zeit des Besuchs der JIA hinweg stetig steigt.

Des Weiteren deutet es sich durch weitere Analysen an, dass die soziale Einbindung bei den Mädchen einen stärkeren Einfluss darauf hat, ob sie sich eine schulische Zukunft im MINT-Bereich in der Oberstufe vorstellen können, als bei den Jungen. Ebenso verhält es sich mit der wahrgenommenen Überforderung durch Beschäftigung mit technischen Inhalten (Mädchen: $r = -,46$; $p = ,02$; Jungen: $r = -,26$; $p = ,03$). Durch diese wünschenswerte Entwicklung

der sozialen Einbindung bei den JIA-Schülerinnen sind demnach positive Effekte auf ihre Wahrnehmung der eigenen MINT-Kompetenzen zu erwarten.

4.2.3 Merkmale guten Unterrichts



Konstrukt Das Konstrukt basiert auf den von Meyer ermittelten Merkmalen guten Unterrichts. ^[15] Diese Merkmale beziehen sich auf die Gestaltung von Unterrichtsstrukturen und auf grundlegende bildungswissenschaftliche Kompetenzen. ^[16] Basierend darauf wurden für die Untersuchung fünf Konstrukte miteinbezogen – der Theorie Praxis Bezug, die Relevanz, die Klarheit der Instruktion, die Aktivierung durch Aufgaben und das Interesse der Lehrkraft. Folgend beispielhaft ein Auszug der Items: „In den JIA-Stunden der letzten Wochen...“

„...wurde deutlich, dass die Inhalte für die Praxis wichtig sind“
(Theorie Praxis Bezug),

„... wurden die Inhalte anhand konkreter Fragestellungen erarbeitet“
(Relevanz),

„...hatten die Unterrichtsstunden einen nachvollziehbaren Ablauf“
(Klarheit der Instruktion),

„...haben wir Aufgaben bearbeitet, bei denen man wirklich nachdenken muss“ (Aktivierung durch Aufgaben),

„...hat mich die Begeisterung der Lehrer richtig angesteckt“
(Interesse Lehrkraft).

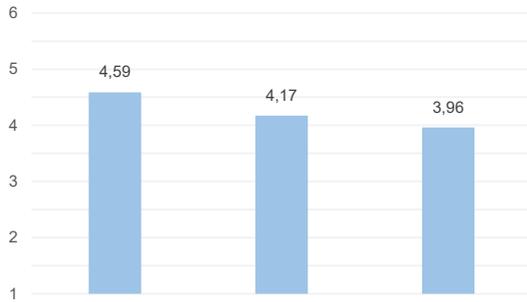
Die SuS wurden nach ihrem Erleben des JIA-Unterrichts in den vergangenen Wochen befragt und konnten dabei ihre persönliche Einschätzung in sechs abgestuften Antwortmöglichkeiten (von 1 = „nie“ bis 6 = „sehr häufig“) abgeben.



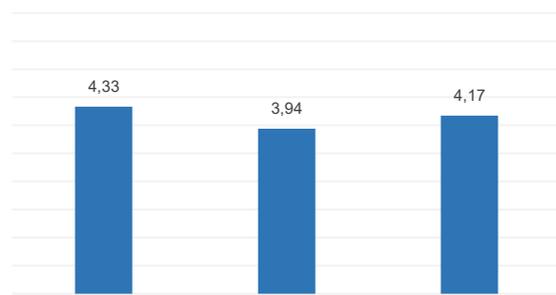
Skalierung

000 Werte

Eingangserhebung

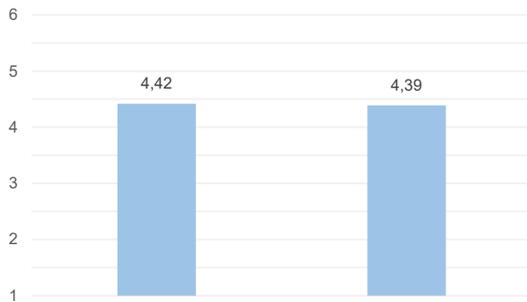


Abschlussenerhebung

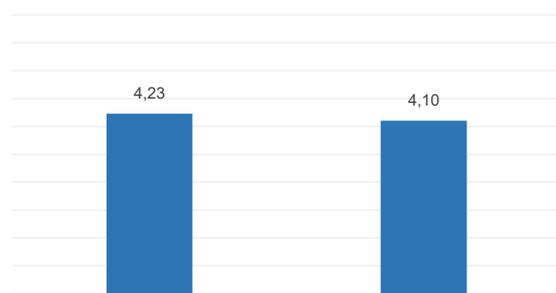


Klarheit der Instruktion	Aktivierung durch Aufgaben	Interesse Lehrkraft	Klarheit der Instruktion	Aktivierung durch Aufgaben	Interesse Lehrkraft
MW = 4,59 (SD = 1,12)	MW = 4,17 (SD = 1,06)	MW = 3,96 (SD = 1,32)	MW = 4,33 (SD = 1,11)	MW = 3,94 (SD = 1,15)	MW = 4,17 (SD = 1,3)

Eingangserhebung



Abschlussenerhebung



Theorie Praxis Bezug	Relevanz	Theorie Praxis Bezug	Relevanz
MW = 4,42 (SD = 1,18)	MW = 4,39 (SD = 1,19)	MW = 4,23 (SD = 1,38)	MW = 4,10 (SD = 1,43)

Integrative Betrachtung der Merkmale guten Unterrichts

An dieser Stelle möchten wir nicht auf die Entwicklungen eingehen, da bzgl. der Wahrnehmung der Merkmale guten Unterrichts eine weitgehende Stabilität der Werte festzuhalten ist. Der JIA-Unterricht wird somit über die gesamte Dauer als positiv bewertet. Des Weiteren sind diesbezüglich kaum bis keine Geschlechterdifferenzen auszumachen. Spannend wird die Betrachtung der Merkmale im Zuge von Analysen bzw. Regressionsmodellen, welche den Einfluss der Merkmale auf Entwicklungen bei den JIA-SuS verdeutlichen:

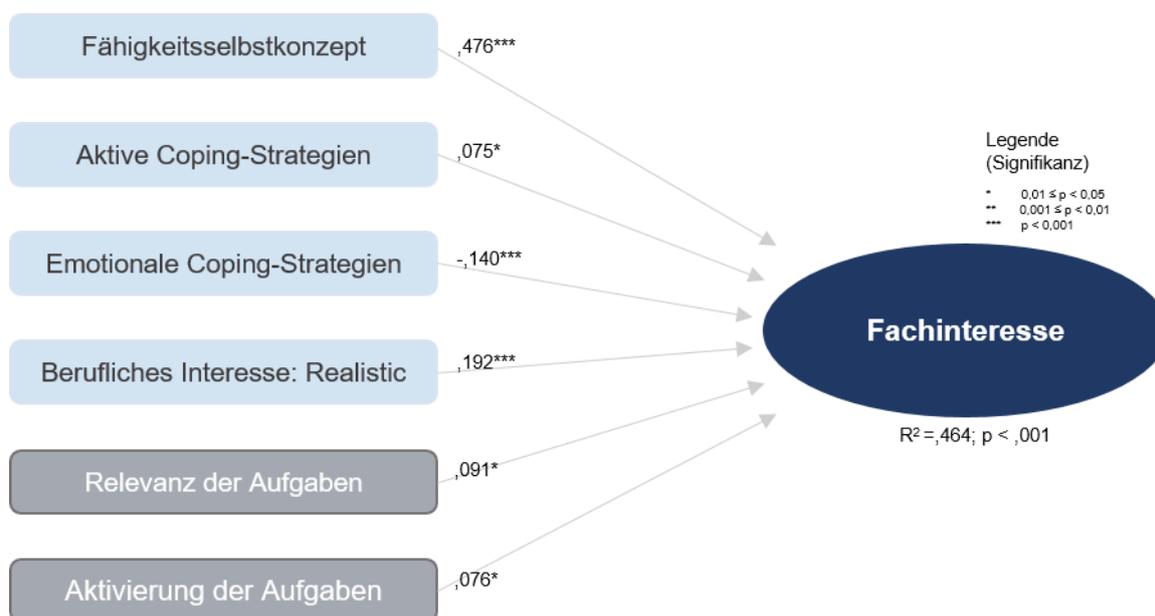


Abbildung 14 Analyse Merkmale guten Unterrichts (Fachinteresse)

Bezüglich der Merkmale nehmen vor allem die Relevanz und das Aktivierungspotenzial der Aufgaben nachweislich positiv Einfluss auf die Entwicklung des Fachinteresses bei den JIA-SuS. D.h. je häufiger Themen und Aufgabenstellungen Praxisbezüge aufweisen, mit anderen Themen verzahnt sind, durch Beispiele veranschaulicht werden und konkrete, heraus- doch nicht überfordernde Fragestellungen mit auf den Weg gegeben werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit einer positiven, also zunehmenden Entwicklung des Fachinteresses bei den SuS (Abbildung 14).



Abbildung 15 Analyse Merkmale guten Unterrichts (Berufliche Zukunft im MINT-Bereich)

Das gezeigte Interesse der Lehrkraft nimmt auch erheblichen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer Berufswahl im MINT-Bereich bei den SuS der JIA – im Kontext der erhobenen Konstrukte einzig vergleichbar mit dem diesbezüglichen Einfluss von Fähigkeitsselbstkonzepten und dem beruflichen Interesse, welche gleichermaßen weitgehend stabile Konstrukte darstellen (Abbildung 15): Das Interesse der Lehrkraft erscheint diesbezüglich also umso wichtiger. Außerdem zeigt sich ebenso ein positiver Einfluss des Interesses der Lehrkraft auf das Themeninteresse der SuS. Dem Interesse der Lehrkraft ist zusammenfassend somit eine zentrale Bedeutung in Hinblick auf die durch die JIA avisierten Lernziele und Einstellungen zu unterstellen.

5 Zusammenfassung der Befunde, Fazit und Handlungsempfehlungen

In diesem Abschnitt möchten wir Ihnen zentrale, übergreifende Befunde und Hinweise mitteilen, die durch die Analyse aller vorliegenden Daten gewonnen werden konnten und wir hoffen, somit hilfreiche Anstöße zur weiteren Gestaltung der JIA-Kurse mitgeben zu können.

Dieser Abschnitt besteht aus zwei Teilen: im ersten Teil präsentieren wir die Zusammenfassung der zentralen Befunde im Fließtext. Der zweite Teil bietet eine pointierte Übersicht der zentralen Befunde zu den einzelnen Konstrukten i.S. eines Handlungsempfehlungen enthaltenden Fazits.

5.1 Zusammenfassung der Befunde

Die im Forschungsstand bekannte, zentrale Bedeutung von Fachinteressen und Fähigkeitsselbstkonzepten konnte durch die vorliegenden Daten auch bei den JIA-SuS bestätigt werden. Lehr-Lernarrangements, welche die Förderung von Fachinteressen und Fähigkeitsselbstkonzepten in den Fokus rücken, erscheinen vorteilhaft bezüglich vieler Aspekte. So nimmt beispielsweise die im Rahmen der JIA erlebte Relevanz der Inhalte, die kognitive Aktivierung durch in der JIA gestellte Aufgaben, sowie das Erleben sozialer Einbindung in den JIA-Kurs positiven Einfluss auf das Fachinteresse. Des Weiteren hat das Interesse der Lehrkraft einen nachweisbar starken und positiven Einfluss auf die Entwicklungen der SuS.

JIA-SuS starten bzgl. vieler Konstrukte bereits auf einem hohen Niveau, welches sich über die Zeit hinweg weitgehend erhält. Der wahrgenommene Stress in MINT-Kontexten sowie die im Rahmen der JIA wahrgenommene Überforderung der SuS ist hingegen im gewünscht niedrigen Bereich, sodass diesbezüglich von keinen bedeutsamen negativen Folgen, beispielsweise für die Entwicklung auf das Fähigkeitsselbstkonzept, ausgegangen werden muss.

Die JIA erreicht sowohl Jungen als auch Mädchen, sogar in Themenfeldern wie Automatisierungstechnik und Robotik, die eher männlich attribuiert sind. Insbesondere die Bewertung des Wohlbefindens und der sozialen Einbindung steigt bei den Mädchen über die Dauer des Besuchs der JIA signifikant an. Das hat langfristig einen positiven Einfluss auf die Ausbildung des Fachinteresses. Bekannte, geschlechterbezogene Differenzen in Bezug auf technische Inhalte können bei den SuS der JIA nur in vergleichsweise geringem Maße nachgewiesen werden. Ausgehend vom Forschungsstand sowie der erwartungskonformen Entwicklung der Motivation in der JIA ist es jedoch ratsam, Themen und Inhalte weiterhin bzw. verstärkt so zu konstruieren, dass sie ein motivationsförderndes Angebot darstellen das die SuS dabei unterstützt ihre Lebenswelt (insbesondere hinsichtlich ihrer Interessenbereiche) zu verstehen, und elaborierte Erkenntnisse zu gewinnen. Eine Adressierung beider Geschlechter gelingt durch das Abholen der Mädchen bezüglich ihres Interessenbereichs (Einbezug biologischer,

medizinischer, gesellschaftlicher Aspekte). Das Interesse der Jungen wird nicht negativ beeinflusst, wenn bspw. biologische/medizinische Aspekte in technische Themen integriert werden. Außerdem nehmen die Lehrkräfte, bzw. das von ihnen gezeigte Interesse, positiven Einfluss auf das Themeninteresse der JIA-SuS, sowie auf die voraussichtliche Berufswahl zugunsten von MINT-Berufen.

SuS der JIA weisen ausgeprägte berufliche Interessen im Bereich „Investigative“ und „Enterprising“ auf. Darüber hinaus ist bei den Jungen ausgeprägtes Interesse im Bereich „Realistic“ zu verzeichnen, die Mädchen der JIA weisen neben dem Interesse im Bereich „Social“ (auch) ein ausgeprägtes Interesse im Bereich „Artistic“ auf. Insbesondere die Mädchen scheinen somit ein breites Feld an beruflichen Interessen und somit Anknüpfungspunkte für die inhaltliche Gestaltung mitzubringen. Entsprechend steht insbesondere den Schülerinnen bezüglich der Planung ihrer beruflichen Zukunft ein breites Feld offen. Die JIA bietet einen Raum, in dem die SuS den MINT-Bereich als attraktive Arbeitsumgebung wahrnehmen können.

5.2 Fazit mit Handlungsempfehlungen

Interesse der Lehrkraft

- (Anders als Fachinteresse und Fähigkeitsselbstkonzepte) hat das Interesse der Lehrkraft hohe Bedeutung sowohl für das Themeninteresse als auch für die Wahrscheinlichkeit einer Berufswahl im MINT-Bereich und stellt somit einen zentralen Faktor dar.
- *Wer brennt, kann entzünden.* Machen Sie Ihr eigenes Interesse (wie bisher) weiterhin deutlich sichtbar! Dies hat einen erheblichen, positiven Einfluss auf Ihre SuS.

Einfluss auf Fachinteresse

- Die durch die SuS wahrgenommene Relevanz der behandelten Themen und Aufgaben (Praxisbezug, Verzahnung zu anderen Themen) sowie das kognitive Aktivierungspotenzial der Aufgaben (Veranschaulichung durch Beispiele, Verknüpfung mit konkreten Fragestellungen) wirken förderlich für die Ausbildung des Fachinteresses.
- Thematische Schwerpunkte zur gezielten Adressierung der Geschlechter: So kann es hilfreich sein in die Themenkonstruktion biologische und/oder gesellschaftliche Aspekte einzubeziehen, um insbesondere das Interesse bei den Mädchen zu fördern bzw. zu erhalten.
- Eine Umgebung, die das Gefühl der sozialen Eingebundenheit und des Wohlbefindens stärkt, wirkt insbesondere bei den Mädchen förderlich bzgl. des Fachinteresses.

Themenkonstruktion

- Die JIA-SuS bringen in nahezu allen Themenfeldern bereits Vorwissen mit, sowohl aus dem MINT-Unterricht, z.B. physikalisches Vorwissen für die Elektrotechnik, als auch aus ihrem Alltag und der Lebenswelt, z.B. die Einschätzung von (erneuerbaren) Energien. Dieses Vorwissen ist ggf. in der JIA nicht abrufbar bzw. nicht auf diese zu transferieren, sodass eine Wiederholung der Grundlagen empfehlenswert ist. Außerdem konnten verbreitete Fehlkonzepte innerhalb des Vorwissens identifiziert werden, die im Rahmen der JIA thematisiert und elaboriert analysiert werden können.
- Themenspektren, die für beide Geschlechter gleichermaßen von hohem Interesse sind, beziehen sich auf modern anmutende bzw. zukünftig stärker relevante Technologien (Robotik, 3D Druck, Wasserstoffantrieb) sowie Themen welche am „jugendlichen Alltag“ anknüpfen (bspw. eine Handyhülle entwerfen und mit einem 3D-Drucker herstellen). Themen aus dem „erwachsenen Alltag“, insbesondere mit Haushaltsbezug, werden als weniger interessant bewertet (bspw. den Stromverbrauch eines Kühlschranks berechnen).
- Die Geschlechterdifferenz fällt am geringsten aus, wenn biologische oder medizinische Bezüge bzw. Ziele und/oder menschnahe Anwendungsaspekte erkennbar sind, die in technologische Kontexte eingebettet sind (bspw. mehr darüber erfahren, wie eine Roboterhand einer echten Hand nachempfunden wird). Der JIA kann es gelingen, auch Themenfelder, die eher männlich attribuiert sind, so aufzubereiten, dass sowohl Schülerinnen als auch Schüler angesprochen werden, wie es im Themenfeld Automatisierungstechnik & Robotik nachgewiesen werden konnte.
- Bei der Art der Beschäftigung wird das Konstruieren, Bauen oder Herstellen als besonders interessant bewertet, während das Berechnen und die theoretische Beschäftigung als weniger interessant angegeben werden. Hands-on Komponenten erleichtern es den SuS sich den Themen anzunähern und Interesse zu entwickeln.

Gestaltung des Unterrichts auf Basis der beruflichen Interessen

- Es geht den SuS der JIA nicht nur um die Beschäftigung mit technischen Dingen, praktischem Arbeiten und darum handfeste Ergebnisse zu produzieren. Sie wollen v.a. lösungsorientiert, forschend und entwickelnd („investigative“) arbeiten.

Berufliche Zukunft im MINT-Bereich

- Lehr-Lernarrangements, die das Interesse der Lehrkraft deutlich machen und die Ausbildung positiver Fähigkeitsselbstkonzepte begünstigen, in denen sich SuS also als fähig und wirksam erleben, fördern insbesondere bei jenen SuS mit einem ausgeprägten

beruflichen Interesse im Bereich „Investigative“ die Bereitschaft für eine berufliche Zukunft im MINT-Bereich.

Motivation

- Die SuS der JIA weisen zu Beginn der JIA eine hohe Motivation bzw. eine ausgeprägte positive Motivationslage auf. Wie auch in vergleichbaren Settings häufig festgestellt werden kann, nimmt die Amotivation (Lustlosigkeit) und die external Motivation (handeln aufgrund extern gesetzter Ziele und Bedingungen – auch Vermeiden von Strafen/negativen Konsequenzen) auch in der JIA gegen Ende hin tendenziell zu. Es kann daher angebracht sein, gerade zum Ende der JIA-Kurse hin motivationsförderliche Angebote einzuplanen, um jenem Trend kompensierend entgegenzuwirken.

Vermeidung von (übermäßigem) Stress und Überforderung

- Stress und Überforderung hängen negativ mit dem Fähigkeitsselbstkonzept zusammen und wirken somit (indirekt) auf weitere Konstrukte. Themen und Aufgaben sollten auf Grundlage der vorliegenden Daten so konstruiert werden, dass sie die SuS herausfordern, jedoch nicht überfordern. Im Falle des Aufkommens von Überforderung und Stress sollte unterstützend eingegriffen werden, um negative Folgen zu verhindern. Die Werte der JIA-SuS sind auf angemessen niedrigem Niveau, womit sich andeutet, dass die JIA das lernförderliche Maß bezüglich Forderung (ohne unverhältnismäßige Überforderung und Stress) erreicht.
- Das Stresserleben wirkt des Weiteren auch negativ auf die Planung der beruflichen Zukunft.

Literaturverzeichnis

- [1] **Aeschlimann, B. / Herzog, W. / Makarova, E. (2015):** Studienpräferenzen von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten: Wer entscheidet sich aus welchen Gründen für ein MINT-Studium? In: Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften 37 (2), 100-200. DOI: 10.25656/01:1264.
- [2] **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2020):** BMBF schützt Vögel vor unsichtbarem Tod. Verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/interviews/de/bmbf-schuetzt-voegel-vor-unsichtbarem-tod.html> (letzter Zugriff am 19.02.2024).
- [3] **Bodenmann, G. / Gmelch, S. (2009):** Stressbewältigung. In: Schneider, S. / Markgraf, J. (Hrsg.): Lehrbuch der Verhaltenstherapie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 617-629.
- [4] **Deci, E. L. / Ryan, R. L. (1993):** Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik 39 (2), S. 223-238. DOI: 10.25656/01:11173.
- [5] **Dickhäuser, O. / Moschner, B. (2006):** Selbstkonzept. In: Rost, D. H. (Hrsg.): Handwörterbuch pädagogische Psychologie. 3. Aufl. Weinheim [u.a.]: Beltz, PVU, S. 685–692.
- [6] **Eder, F. / Bergmann, C. (2015):** Das Person-Umwelt-Modell von J. L. Holland: Grundlagen – Konzepte – Anwendungen. In: Tarnai, C. / Hartmann, F. G. (Hrsg.): Berufliche Interessen: Beiträge zur Theorie von J. L. Holland. Münster: Waxmann, S. 11-30.
- [7] **Heine, C. / Egel, J. / Kerst, C. / Müller, E. / Park, S. M. (2006):** Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Ausgewählte Ergebnisse einer Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, ZEW-Dokumentation, Nr. 06–02. Online verfügbar unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:180-madoc-15289> (letzter Zugriff am 06.03.2024).
- [8] **Hell, B. (2015):** Geschlechtsdifferenzen im Bereich der beruflichen Interessen: Ausmaß und Ursachen sowie Konsequenzen für die Testentwicklung. In: Tarnai, C. / Hartmann, F. G. (Hrsg.): Berufliche Interessen: Beiträge zur Theorie von J. L. Holland. Münster: Waxmann, S. 31-44.

- [9] **Hirschi, A. / Baumeler, F. (2020):** Berufswahltheorien – Entwicklung und Stand der Diskussion. In: Brüggemann, T. / Rahn, S. (Hrsg.): Berufsorientierung – ein Lehr- und Arbeitsbuch. 2. Aufl. Münster: Waxmann, S. 31-42.
- [10] **Holland, J. L. (1966):** The Psychology of Vocational Choice: A Theory of Personality Types and Model Environments. Waltham, MA: Blaisdell Publishing Company.
- [11] **Köller, O. / Daniels, Z. / Schnabel, K. / Baumert, J. (2000):** Kurswahl von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Zur Rolle von fachspezifischem Selbstkonzept und Interesse. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 14 (1), S. 26–37.
- [12] **Krapp, A. (1998):** Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht, 44 (6), S. 185-201.
- [13] **Krapp, A. / Geyer, C. / Lewalter, D. (2014):** Motivation und Emotion. In: Seidel, T. / Krapp, A. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. 6. vollst. überarb. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz, S. 193-224.
- [14] **Lewalter, D. / Krapp, A. / Schreyer, I. / Wild, K. P. (1998):** Die Bedeutsamkeit des Erlebens von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit für die Entwicklung berufsspezifischer Interessen. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 14. Stuttgart: Steiner, S. 143-168.
- [15] **Meyer, H. (2004):** Was ist guter Unterricht? 10. Aufl. Berlin: Cornelsen-Verlag.
- [16] **Meyer, H. (2021):** Was ist guter Unterricht? 15. Aufl. Berlin: Cornelsen-Verlag.
- [17] **Mokhonko, S. (2016):** Nachwuchsförderung im MINT-Bereich. Aktuelle Entwicklungen, Fördermaßnahmen und ihre Effekte. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- [18] **Möller, J. / Trautwein, U. (2009):** Selbstkonzept. In: Wild, E. / Möller, J. (Hrsg.), Pädagogische Psychologie. Berlin: Springer, S. 179–204.
- [19] **Musold, H. (2017):** Interessensentwicklung an Grund- und Oberschulen im Fach Naturwissenschaften in der 5. und 6. Jahrgangsstufe. Einfluss der Unterrichtsmethoden. Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Dissertation.
- [20] **Nagy, G. (2007):** Berufliche Interessen, kognitive und fachgebundene Kompetenzen. Ihre Bedeutung für die Studienfachwahl und die Bewährung im Studium. Berlin, Freie Universität zu Berlin, Dissertation. URL: <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-14210> (Letzter Zugriff: 06.03.2024).

- [21] **Prenzel, M. / Dengler, K. A. / Ettle, R. / Beer, T. (1996):** Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In: Beck, K. / Heid, H. (Hrsg.): Lehr-Lern-Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung. Wissenserwerb, Motivierungsgeschehen und Handlungskompetenz. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 13), S. 108-127.
- [22] **Prenzel, M. / Drechsel, B. / Kramer, K. (1998):** Lernmotivation im kaufmännischen Unterricht: Die Sicht von Auszubildenden und Lehrkräften. In: Beck, K. / Dubs, R. (Hrsg.): Kompetenzentwicklung in der Berufs-erziehung. Kognitive, motivationale und moralischen Dimensionen kaufmännischer Qualifizierungsprozesse. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 14), S. 169-187.
- [23] **Satow, L. (1999):** Skalendokumentation der Schülervariablen. In: Schwarzer, R. / Jerusalem, M. (Hrsg.): Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Berlin: Freie Universität Berlin, S. 11-52.
- [24] **Staden, C. (2018):** Gestaltung eines E-Portfolio-Konzepts in der Berufsorientierung. Bremen, Universität Bremen, Dissertation.
- [25] **Stuhlmann, K. (2009):** Die Realisierung von Berufswünschen – Durch die Identitätsentwicklung im Jugendalter vorhersagbar? In: Fend, H. / Berger, F. / Grob, U. (Hrsg.): Lebensverläufe, Lebensbewältigung, Lebensglück. Ergebnisse der Life-Studie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 73-99.
- [26] **Schneider, R. / Gentrup, S. / Jansen, M. / Stanat, P. (2022):** Kohortentrends in schulfachbezogenen Selbstkonzepten und Interessen bei Mädchen und Jungen. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 50, S. 1-15. DOI: 10.1024/1010-0652/a000346.
- [27] **Schöne, C. / Dickhäuser, O. / Spinath, B. / Stiensmeier-Pelster, J. (2003):** Das Fähigkeitsselbstkonzept und seine Erfassung. In Stiensmeier-Pelster, J. / Rheinberg, F. (Hrsg.): Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept. Göttingen [u.a.]: Hogrefe, S. 3-14.

- [28] **Schweder, S. / Raufelder, D. (2021):** Wie Mädchen und Jungen an Gymnasien sich im Zusammenspiel von sozialer Eingebundenheit, schulischem Selbstkonzept und Leistung in der Adoleszenz unterscheiden. In: Hagenauer, G. / Raufelder, D. (Hrsg.): Soziale Eingebundenheit. Sozialbeziehungen im Fokus von Schule und LehrerInnenbildung. Münster, New York: Waxmann. S. 319-335. DOI: 10.25656/01:21355.
- [29] **Taskinen, P. H. / Lazarides, R. (2020):** Berufs- und Studienorientierung in MINT-Berufen. In: Brüggemann, T. / Rahn, S. (Hrsg.): Berufsorientierung – ein Lehr- und Arbeitsbuch. 2. Aufl. Münster: Waxmann, S. 337-342.