



Abschlussbericht zum Projekt „Evaluation des Schulversuchs NwT-K2“

Vorbemerkung

Der vorliegende Abschlussbericht ist auf die Darstellung zentraler Projektergebnisse beschränkt. Der ausführliche wissenschaftliche Bericht zur Forschungsstudie „Evaluation des Schulversuchs Naturwissenschaft und Technik (NwT) in den Jahrgangsstufen – zweistündig“ ist bei Zinn und Latzel (2017) zu finden. Wir bedanken uns bei den Schulleitungen, den Fachschaftsleitungen, den Lehrkräften und den Schülerinnen und Schülern für ihr Mitwirken an der Evaluationsstudie. Zudem danken wir der Vector Stiftung für die finanzielle Unterstützung des Projekts. Der Abschlussbericht umfasst nach der Darstellung des Evaluationsgegenstandes und der Zielsetzung (Abschnitt 1), das Untersuchungsdesign (Abschnitt 2), die zentralen Ergebnisse (Abschnitt 3) sowie eine abschließende Zusammenfassung und einen Ausblick (Abschnitt 4).

1. Evaluationsgegenstand und Zielsetzung

Der Schulversuch *NwT in den Jahrgangsstufen – zweistündig* (Akronym: *NwT-K2*) wurde im Schuljahr 2008/09 an ausgewählten allgemeinbildenden Gymnasien in Baden-Württemberg eingeführt, welche die sächlichen und räumlichen Bedingungen zur Umsetzung des Unterrichts im Fach Naturwissenschaft und Technik (NwT) in der gymnasialen Oberstufe erfüllten. Zentrale Zielsetzung des Schulversuchs ist es - in Fortsetzung des Mittelstufenunterrichts - interessierten Schülerinnen und Schülern (SuS) in der Kursstufe (Oberstufe) eine interdisziplinäre naturwissenschaftlich-technische Grundbildung und insbesondere eine technikwissenschaftliche Bildung zu ermöglichen. Zum Zeitpunkt der Evaluationsmaßnahme (Schuljahr 2016/17) nehmen insgesamt $N = 52$ Gymnasien am Schulversuch *NwT-K2* teil. Dabei wird das Fach an den beteiligten Gymnasien als zweistündiges Wahl- oder Wahlpflichtfach in der Kursstufe (Jahrgangsstufe 1 und 2) angeboten.

Zentrale Zielsetzung der Evaluationsstudie ist es, auf der Basis eines systematisch erhobenen Beschreibungswissens - anhand der nachstehenden sechs Evaluationsbereiche: (1.) die Neugestaltung der aktuellen Bildungsstandards für die Kursstufe zu unterstützen, (2.) den Übergang des Schulversuchs in die Regelphase erfahrungsbasiert gestalten zu können, (3.) die Weiterentwicklung des Faches NwT in der Kursstufe als 4-stündiges Fach evidenzbasiert und in Übereinstimmung mit den KMK-Richtlinien zu fördern und (4.) die fachdidaktische Forschung im Unterrichtsfach NwT sowie die Aus- und Weiterbildung (angehender) NwT-Lehrkräfte allgemein durch fachspezifische Befunde weiterzuentwickeln. Vor dem Hintergrund dieser Zielsetzung schien es bedeutsam, die folgenden Evaluationsbereiche zu fokussieren:

- i. Quantitative Entwicklung und Organisation des Schulversuchs
- ii. Sächliche Bedingungen an den Versuchsschulen
- iii. Bildungsinhalte und Fachkompetenzen im NwT-Unterricht der Jahrgangsstufen
- iv. Curriculare und methodisch-didaktische Aspekte sowie Leistungsbewertung
- v. Einstellungen und Einschätzungen der Lehrkräfte im Schulversuch
- vi. Motivationale Ausprägungen der SuS mit NwT als Wahl- oder Wahlpflichtfach

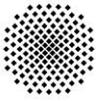
2. Untersuchungsdesign

Untersuchungsmethode

Zur Analyse der Evaluationsbereiche wurde ein Mixed-Methods-Ansatz mit Paper-Pencil-Tests und einer Dokumentenanalyse gewählt. In einer querschnittlich angelegten Studie wurden zum einen die Schulleitungen und NwT-Fachschaftsleitungen, die im Fach NwT unterrichtenden Lehrkräfte sowie die SuS mit quantitativen Instrumenten befragt. Die erhobenen Datensätze wurden deskriptiv und varianzanalytisch ausgewertet. Zum anderen wurden die von den Schulen und der Schulverwaltung zur Verfügung gestellten Dokumente (u. a. Unterrichtsdokumentationen, Projektarbeiten, Prüfungsaufgaben) inhaltsanalytisch nach Mayring (2007) analysiert.

Erhebungsinstrumente

Die Erfassung der Daten und deren Erhebung erfolgte in Absprache mit der pädagogischen Arbeitsgruppe NwT, dem Regierungspräsidium Stuttgart und dem Kultusministerium Baden-Württemberg. Bei der Erhebung wurden bewährte und spezifisch für den NwT-Unterricht in den Jahrgangsstufen adaptierte Testskalen sowie selbst entwickelte Messinstrumente eingesetzt.



Stichprobenbeschreibung

Alle an dem Schulversuch beteiligten Gymnasien ($n = 52$) wurden angeschrieben und gebeten sich an der Evaluationsmaßnahme zu beteiligen. Die tatsächlich generierte Stichprobe umfasst folgende vier Subgruppen: (1.) die Schulleitungen ($n = 42$), (2.) die Fachschaftsleitungen des Fachbereichs NwT ($n = 40$), (3.) die in der Kursstufe NwT unterrichtende Lehrkräfte ($n = 74$) und (4.) die SuS, die NwT als Wahl- oder Wahlpflichtfach in der Kursstufe (Jahrgangsstufe 1) im Schuljahr 2016/17 belegt haben ($n = 763$, 20.2 % Mädchen, 79.4 % Jungen, 0.4 % keine Angabe) im Alter zwischen 14 und 19 Jahren. Mit einer Erfassungsquote von über 75 % der Versuchsschulen ist von einer repräsentativen Befragung auszugehen.

3. Zentrale Ergebnisse

(i) Quantitative Entwicklung und Organisation des Schulversuchs

Seit Einrichtung des Schulversuchs im Schuljahr 2008/09 ist die Anzahl der teilnehmenden Gymnasien von 9 auf 52 angestiegen (Stand: Schuljahr 2016/17), deren größter Anteil (37 %) im Regierungsbezirk Stuttgart liegt. 47.3 Prozent der befragten Schulleitungen geben an, dass ihr individuelles Schulprofil *mathematisch, natur- und technikkwissenschaftlich* ausgerichtet ist. Daneben sind an den Versuchsschulen auch Schulprofile mit den (zusätzlichen) Bildungsschwerpunkten *sprachlich* (27.0 %), *künstlerisch-musisch* (20.3 %) sowie *Sport* (5.4 %) vertreten. Nahezu dreiviertel (72.5 %) der befragten Schulen haben NwT als Wahlpflichtfach eingerichtet, so dass an diesen Schulen das Fach gleichwertig wie eines der naturwissenschaftlichen Fächer (Biologie, Chemie, Physik) belegt und entsprechend der NGVO (2001) mit den gleichen Abrechnungs- und Belegpflichten in das Abitur eingebracht werden kann. Nur rund jede vierte Schule (27.5 %) bietet NwT additiv zu den drei Naturwissenschaften als Wahlfach an. Nach Angaben der Schulleitungen (geringe Rücklaufquote mit $n = 17$) hat die Einrichtung von NwT als Wahlpflichtfach dabei keine bedeutsamen Effekte auf das Wahlverhalten der SuS in den naturwissenschaftlichen Fächern; hier ist demnach kein bedeutsamer Rückgang zu verzeichnen. Die Mehrheit der Versuchsschulen bietet zum Zeitpunkt der Befragung NwT in der Jahrgangsstufe 1 einzügig mit einer mittleren Kursstärke von 16 SuS (Median) an. Beim Wahlverhalten wurde festgestellt, dass Jungen NwT sowohl in der Mittelstufe als auch in den Jahrgangsstufen häufiger als Mädchen wählen, wobei sich das Verhältnis von der Mittelstufe (32.3 % Mädchen, 67.7 % Jungen) zur Jahrgangsstufe 2 (19.7 % Mädchen, 80.3 % Jungen) weiter zu Gunsten der Jungen verschiebt. Anhand der Analyse der Abschlussnoten der 10. Klasse im Fach NwT ($n = 1181$) wird festgestellt, dass keine signifikanten Leistungsunterschiede vorliegen und das Fach nicht von besonders leistungsstarken bzw. -schwachen SuS gewählt wird ($U_{(403, 370)} = 69526$, $p > .05$). Der NwT-Unterricht wird in der Kursstufe mehrheitlich (55 %) an den Schulen nur von einer Lehrkraft unterrichtet. Die häufigste Fächerkombination der NwT-unterrichtenden Lehrkräfte in der Kursstufe ist Physik/Mathematik (48.84 %), gefolgt von den Kombinationen Chemie/Biologie (18.60 %) und Chemie/Mathematik (6.98 %). Die häufigsten Zusatzqualifikationen der NwT-unterrichtenden Lehrkräfte ($n = 55$) ist die während des Referendariats abgelegte NwT-Zusatzausbildung ($n = 29$), das Fernstudium am Karlsruher Institut für Technologie ($n = 24$) und der Quereinstieg in das Lehramt nach einem Fachstudium ($n = 13$). Die Unterstützung durch die Schulleitung wird von den Lehrkräften mehrheitlich positiv bewertet, während die wahrgenommene Unterstützung durch die Schulverwaltung vergleichsweise verhaltener ausfällt. Diesbezüglich bestehen auf Seiten der Lehrkräfte signifikante Unterschiede bei der wahrgenommenen Unterstützung einerseits durch die Schulleitung und andererseits durch die Schulverwaltung (Asymptotischer Wilcoxon-Test: $z = -5.118$, $p = 0.00$, $n = 69$ mit $r = -0.62$). Die Lehrkräfte konstatieren folgende Unterstützungsbedarfe an die Schulleitungen: *finanzielle Unterstützung* ($n = 15$) und *Deputatentlastung* ($n = 5$) und an die Schulverwaltung: *Unterstützung bei Fortbildungen* ($n = 12$), *Deputatentlastung* ($n = 8$), *Unterrichtskonzepte* ($n = 8$), *konkrete Lehraufträge* ($n = 6$) und *Tagungen* ($n = 5$). Von den Fachschaftsleitungen wird die Unterstützung durch die Pädagogische Arbeitsgruppe NwT mehrheitlich positiv bewertet, Unterstützungsbedarfe werden ebenfalls in Hinblick auf *Fortbildungen* ($n = 6$) und *Tagungen* ($n = 4$) angegeben.

(ii) Sächliche Bedingungen an den Versuchsschulen

Hinsichtlich der sächlichen Ausstattung geben die befragten Schulleitungen an, dass ihre Schule grundsätzlich ausreichend ausgestattet ist, um den Anforderungen der Kursstufe NwT gerecht zu werden. Dennoch werden folgende Anschaffungswünsche geäußert: *3D-Drucker* ($n = 17$), *CNC-Fräse* ($n = 7$), *Werkstattausstattung* ($n = 6$), *Arduino-Experimentiersets/Mikrocontroller* ($n = 6$) sowie *Laptops und Tablets* ($n = 5$). Die Fachschaftsleitungen wurden



ebenfalls zur sächlichen Ausstattung differenziert nach den Themenfeldern *Technik*, *Umwelt* und *Mensch & Gesundheit* befragt. Als besonders gut schätzen die Fachschaftsleitungen dabei die Ausstattungen der Schulsammlungen zum Themenfeld *Technik* in den Themenbereichen *Mikrocontroller*, *Elektronische Schaltungen*, *Techn. Zeichnen & CAD* ein ($M > 3,5$) ein. Die jeweilige Ausstattung zu den Themenbereichen *Automatisierung*, *Thermoregulation & Thermoisolation*, *Mobilität*, *Sicherheitstechnik*, *Nanotechnologie* und *Forensik* ist jedoch ausbaufähig ($M \leq 2,5$). Bezüglich des Themenfeldes *Umwelt* sind die Sammlungen in den Themenbereichen *Bodenuntersuchung*, *Wetter & Klima*, *Weltall* und *Schall & Lärm* gut ausgestattet ($M > 3,0$). Als ausbaufähig gestalten sich die Themenbereiche *Biosphären* und *Treibstoffe* ($M < 2,5$). Hinsichtlich des Themenfeldes *Mensch & Gesundheit* ist der Bereich *Ernährung* ($M = 3,42$) gut ausgestattet, während die Themenbereiche *Bewegungsapparat* ($M = 2,83$) und *Arzneimittel* ($M = 1,97$) als ausbaufähig benannt werden (nach Mokhonko et al., 2014). Bezüglich der finanziellen Unterstützung durch externe Förderer geben 12 Fachbereiche an, keine finanzielle Unterstützung durch Geldgeber wie z. B. (über-)regionale Firmen oder Stiftungen zu erhalten. 11 der Versuchsschulen erhalten finanzielle Unterstützung von regionalen Firmen und 4 Versuchsschulen bestätigen durch Stiftungen finanziell gefördert zu werden.

(iii) Bildungsinhalte und Fachkompetenzen im NwT-Unterricht der Jahrgangsstufen

Um Aussagen über die in der Mittel- und den Jahrgangsstufen relevanten Themenfelder *Technik*, *Umwelt* und *Mensch & Gesundheit* und den behandelten Themenbereichen treffen zu können, wurden die Fachschaftsleitungen in einem geschlossenen Antwortformat gebeten, die Häufigkeit der jeweiligen Themenbereiche in den Klassenstufen 8 – 10 und den vier Halbjahren der Kursstufe anzugeben (nach Mokhonko et al., 2014). Betrachtet man die Bildungsinhalte der Jahrgangsstufen 1 und 2, so liegen die Themenschwerpunkte innerhalb des Themenfeldes *Technik* am häufigsten auf den Themenbereichen *Automatisierung* (Jahrgangsstufe 2), *Mikrocontroller*, *Elektronische Schaltungen* und *Technisches Zeichnen/CAD* (jeweils curricular von der Mittelstufe bis Ende der Kursstufe). Die den Themenfeldern *Umwelt* und *Mensch & Gesundheit* zugehörigen Themenbereiche werden nach Angaben der Fachschaftsleitungen nahezu ausschließlich in der Mittelstufe unterrichtet und sind für die inhaltliche Ausrichtung des NwT-Unterrichts der Kursstufe wenig bedeutsam. Dies korrespondiert mit dem Entwurf für Bildungsstandards des Bildungsplanes für die NwT-Kursstufe, welcher eine deutliche Schwerpunktsetzung hinsichtlich technisch ausgerichteter Bildungsinhalte vornimmt (vgl. Autorengruppe Entwurf für Bildungsstandards 2011, Bildungsplan NwT Kursstufe Baden-Württemberg, S. 1-4). Anhand der inhaltsanalytischen Auswertung der von den Schulen vorgelegten Dokumente, zeigt sich ebenfalls eine Schwerpunktsetzung hinsichtlich technikwissenschaftlicher Bildungsinhalte. Gemäß der von den Fachschaftsleitungen eingereichten Unterrichtseinheiten ($n = 17$) und Projektarbeiten ($n = 16$), anhand derer eine Kategorisierung betreffend der Themenfelder *Technik*, *Umwelt* und *Mensch & Gesundheit* und den zugehörigen Themenbereichen erfolgte, liegen die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen nahezu ausschließlich innerhalb des Themenfeldes *Technik*. Bei den Unterrichtseinheiten konnten die Inhalte am häufigsten den Themenbereichen *Konstruktion/Technisches Zeichnen* ($n = 10$), *Automatisierungstechnik* ($n = 8$) und *Elektronische Schaltungen* ($n = 7$) zugeordnet werden. Weiterhin war den dokumentierten Unterrichtseinheiten inhaltsanalytisch zu entnehmen, dass der NwT-Unterricht in der Kursstufe vornehmlich als ein *projektorientierter Unterricht* gestaltet wird ($n = 19$), wie es der Entwurf für Bildungsstandards vorsieht (ebd.). Als weiteres unterrichtsmethodisches Element ist die *Konstruktionsaufgabe* für den NwT-Unterricht in den Jahrgangsstufen von Bedeutung ($n = 13$). Des Weiteren konnten die Inhalte der Projektarbeiten ebenfalls nahezu ausschließlich dem Themenfeld *Technik* zugeordnet werden. Insbesondere die Themenbereiche *Konstruktion/Technisches Zeichnen* ($n = 9$), *3D-Drucker* ($n = 8$) und *Automatisierungstechnik* ($n = 8$) sind bei Projektarbeiten von Bedeutung.

Hinsichtlich der Abschätzung der Fachkompetenzen der SuS zum Beginn der Kursstufe wurde mit einem validierten Instrumentarium (Zinn, Latzel & Ariali, 2017) mit den Subtests zu *Automatisierungstechnik*, *Bautechnik*, *Erneuerbare Energien*, *Robotik*, *Schall & Lärmtechnik*, *Wetter & Klimatechnik* eine schulstandortübergreifende NwT-Kernkompetenz empirisch belegt. Der mittlere Summenscore der SuS beträgt $M = 13,78$ ($SD = 5,36$, $Min = 0$ und $Max = 30$), mit einer maximal zu erreichenden Punktzahl von 33 Punkten. Die Testleistungen belegen deutliche inter- als auch intragruppenspezifische Unterschiede zwischen den Schulstandorten als auch innerhalb der einzelnen Klassen (Abbildung 1). SuS, die NwT additiv als Wahlfach in der Jahrgangsstufe 1 gewählt haben ($Med = 15$), erreichen signifikant höhere Testleistungen als SuS, die NwT als Wahlpflichtfach ($Med = 13$) belegen ($U_{(200,150)} = 19880$, $p < .001$ mit $r = .18$). Darüber hinaus bestehen geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Testleistungen zwischen den Jungen ($Med = 14$) und den Mädchen ($Med = 11$). Jungen erreichen signifikant höhere Leistungswerte als Mädchen ($U_{(190,127)} = 8808$, $p < .001$ mit $r = .23$).

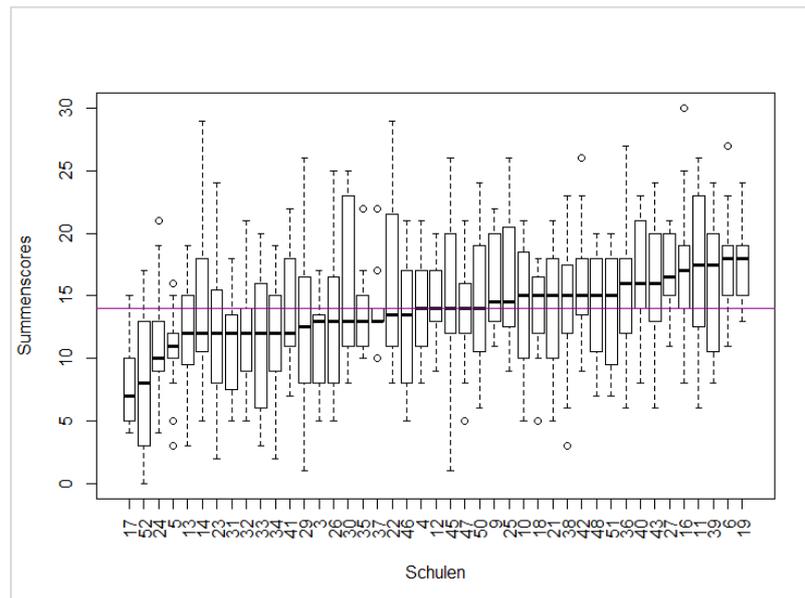
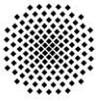


Abbildung 1: Testergebnisse der Versuchsschulen

(iv) *Curriculare und methodisch-didaktische Aspekte und Leistungsbewertung*

Inwiefern der NwT-Unterricht der Kursstufe bereits im Profulfach der Mittelstufe bildungsinhaltlich vorbereitet wird, wurde mittels einem offenen Antwortformat durch die Fachschaftsleitungen der Versuchsschulen erhoben (häufigste Nennungen, kategorisiert). Demnach werden die SuS in der Mittelstufe insbesondere durch die Themenbereiche *Mikrocontroller*, *Technisches Zeichnen* und *Materialbearbeitung* (je $n > 10$) auf den NwT-Unterricht der Kursstufe vorbereitet. Bezüglich der Kursstufe liegt die zeitliche Gewichtung von Theorie und Praxis nach Angaben der Lehrkräfte vorwiegend auf praktischen Unterrichtsanteilen ($M = 65.00\%$). Die in der Kursstufe mit dem höchsten Zeitanteil angewandten Sozialformen sind hauptsächlich kooperativer Art, wie *Gruppenarbeit* ($M = 38.69\%$) und *Schülerpartnerarbeit* ($M = 22.48\%$). Bei der zeitlichen Gewichtung von Projektarbeiten werden vornehmlich *arbeitsgleiche Projekte* in den Jahrgangsstufen durchgeführt ($M = 73.97\%$). Die häufigsten angewandten Unterrichtsmethoden sind der *Projektorientierte Unterricht* ($M = 3.62$) sowie die *Konstruktionsaufgabe* ($M = 3.23$) und die *Fertigungs-/Herstellungsaufgabe* ($M = 3.15$) (geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit $1 = \text{Gar nicht}$ bis $4 = \text{Sehr oft}$; nach Mokhonko et al., 2014). Die Unterrichtsinhalte und -themen werden nach Angaben der Lehrkräfte vornehmlich *unter Betonung der technikwissenschaftlichen Bezugsdisziplinen* (Bau-, Maschinenbau-, Elektrotechnik, usw.) ($M = 2.94$) *ohne eine deutliche Trennung nach Bezugswissenschaften* (Physik, Chemie, Biologie, Geografie und Technik) ($M = 1.65$) unterrichtet (geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit $1 = \text{Gar nicht}$ bis $4 = \text{Sehr oft}$; nach Mokhonko et al., 2014 – abgeändert). Demgemäß kann von einer grundlegenden interdisziplinären Gestaltung des NwT-Unterrichts in den Jahrgangsstufen ausgegangen werden. Ausgangspunkt der NwT-Unterrichtsgestaltung sind den Angaben der Lehrkräfte nach hauptsächlich *natur- und technikwissenschaftliche Inhalte und Problemstellungen gleichermaßen* ($M = 3.69$), *technische Inhalte und Problemstellungen* ($M = 3.13$) sowie *physikalische Inhalte und Problemstellungen* ($M = 2.84$) (geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit $1 = \text{Gar nicht}$ bis $4 = \text{Sehr oft}$; nach Mokhonko et al., 2014).

Die Leistungsentwicklung der SuS zeigt exemplarisch am Abiturjahrgang 2016 über die einzelnen Halbjahre der Jahrgangsstufen 1 und 2 einen relativ konstanten Verlauf (10.53 – 10.93 Punkte) und ist damit vergleichbar mit anderen Kursstufenfächern. Hinsichtlich der Leistungserhebung der SuS liegt der Fokus nach Angaben der Lehrkräfte bei Klausuraufgaben deutlich auf *schriftlichen Aufgaben*, die technische Problemstellungen in bekanntem und verändertem Kontext thematisieren, ($M = 3.31$) sowie *materialgebundenen Aufgaben* ($M = 2.70$) (geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit $1 = \text{Trifft nicht zu}$ bis $4 = \text{Trifft zu}$; vgl. EPA Technik, 2006, S. 13). Anhand der inhaltsanalytischen Auswertung der eingereichten Klausuren ($n = 19$) wird ebenfalls eine Schwerpunktsetzung hinsichtlich des Themenfeldes *Technik* deutlich, insbesondere bezüglich der Bereiche *Automatisierungstechnik* ($n = 10$), *Konstruktion/Technisches Zeichnen* ($n = 8$) und *Elektronische Schaltungen* ($n = 7$).

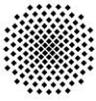


Bei den eingereichten Klausuren handelt es sich den Angaben der Lehrkräfte entsprechend vor allem um *schriftliche Aufgabenarten*, die technische Problemstellungen wie Analysieren, Dimensionieren und Entwickeln in bekanntem und verändertem Kontext thematisieren ($n = 16$) sowie *materialgebundene Aufgaben*, die das Auswerten, Interpretieren und Bewerten von technischen Unterlagen umfassen ($n = 15$) (ebd.). Bei mündlichen und fachpraktischen Leistungen sind, nach Angaben der Lehrkräfte, die zutreffendsten Bewertungsgrundlagen die *Erschließung von technischen Problemstellungen* ($M = 3.50$) und die *Verständlichkeit der Darlegungen und die Fähigkeit der SuS, das Wesentliche herauszustellen* ($M = 3.38$) (geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit $1 =$ Trifft nicht zu bis $4 =$ Trifft zu; vgl. EPA Technik, 2006, S. 16 – 17). Als häufigste Themenbereiche bei fachpraktischen Arbeiten geben die Lehrkräfte *Mikrocontroller/Programmierung* ($n = 20$) und *CAD/Technisches Zeichnen* ($n = 14$) an (offenes Antwortformat – kategorisiert). Die Themenbereiche *Verfahrenstechnik* und *3D-Druck* (je $n = 1$) sind bei fachpraktischen Arbeiten nicht von Bedeutung. Bei der Leistungsbewertung der fachpraktischen Arbeit fließen die *Produktbewertung* ($M = 35.63\%$) und die *Dokumentation* ($M = 30.91\%$) in etwa zu gleichen Teilen mit ein, während die *Prozessbewertung* von den Lehrkräften durchschnittlich etwas geringer gewichtet wird ($M = 24.70\%$). Die durchschnittliche Dauer der fachpraktischen Arbeit beträgt 11 Wochen (Median), wobei eine große Varianz hierzu vorliegt (Min = 4, Max = 75). Seit dem Abiturjahrgang 2010 haben bis zum Schuljahr 2015/16 insgesamt 29 SuS eine Präsentations- oder fachpraktische Prüfung in NwT im Abitur abgelegt. Als Abitur relevante Prüfungsschwerpunkte wurde von den befragten Schulleitungen ($n = 10$) mit 4 Nennungen die *Steuerungs- und Regelungstechnik* am häufigsten angegeben.

(v) Einstellungen und Einschätzungen der Lehrkräfte im Schulversuch

Den fast ausschließlich naturwissenschaftlich ausgebildeten Lehrkräften (nur 2 befragte Lehrkräfte haben ein NwT-Lehramtsstudium absolviert) ist bei der Umsetzung des Schulversuchs eine tragende Rolle anzuerkennen. Die Einführung und Etablierung des Fachs in der Kursstufe erfordert von ihnen die grundlegende inhaltliche Gestaltung und Entwicklung von Unterrichtseinheiten an den Schulen sowie die Lernbereitschaft, fehlendes fachliches und methodisches Wissen eigenständig durch Weiterbildungen und Selbststudium zu erwerben. In Anbetracht dessen und in Hinblick auf den grundsätzlichen Erfolg des Schulversuchs schien es interessant, deren Einstellungen dem Fach NwT gegenüber und ihre Einschätzungen hinsichtlich der Umsetzung des technisch orientierten Kursstufenunterrichts zu erfassen.

Den Lehrkräften wurde dahingehend zunächst die Möglichkeit gegeben, mittels eines offenen Antwortformats, *inhaltliche und organisatorische Wünsche* für den neuen Bildungsplan zu nennen sowie *Weiterbildungswünsche* anzugeben (häufigste Nennungen, kategorisiert). Bezogen auf den Bildungsplan wurden ebenfalls die Themenbereiche *Mikrocontroller* ($n = 14$) und *Technisches Zeichnen/CAD* ($n = 9$) für eine inhaltliche Schwerpunktsetzung am häufigsten genannt, während sich die Lehrkräfte *organisatorisch* wünschen, die *Freiheiten* bei der Unterrichtsgestaltung beibehalten zu können ($n = 11$) als auch eine *größere Verbindlichkeit zu Inhalten* zu haben ($n = 7$). Die Lehrkräfte ($n = 42$) geben am häufigsten Fortbildungsbedarf in den Bereichen: *Mikrocontroller* ($n = 12$), *CAD* ($n = 8$), *Automatisierungs-, Regelungs- und Verfahrenstechnik* (jeweils $n = 5$) an. Hinsichtlich allgemeiner Gestaltungsaspekte des NwT-Unterrichts in den Jahrgangsstufen bewerten die Lehrkräfte insbesondere *die hohe Flexibilität und vielen Freiheiten bei der inhaltlichen Ausgestaltung des Kursstufenunterrichts* als sehr positiv ($M = 3.77$) (geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit $1 =$ Trifft nicht zu bis $4 =$ Trifft zu; nach Abschlussbericht Evaluation der Fächerverbände, 2001 - ausgewählte und adaptierte Items zur Organisation und Gestaltung des Unterrichts). Gemäß der Skala *Einstellung der Lehrkräfte zum NwT-Unterricht in den Jahrgangsstufen* sind die Lehrkräfte dem NwT-Unterricht im Schulversuch gegenüber positiv eingestellt ($M = 3.55$) (vierstufige Likertskala mit $1 =$ Trifft nicht zu bis $4 =$ Trifft zu; 9 Items, $c_{\alpha} = .84$; nach Möller et al., 2014, S. 101 - 102 - ausgewählte Items adaptiert und erweitert). Den Übergang der SuS aus der Mittel- in die Kursstufe schätzen die Lehrkräfte in Hinblick auf die Fachkompetenzen der SuS insgesamt als gut ein ($M > 2.5$) (8 Items; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit $1 =$ Trifft nicht zu bis $4 =$ Trifft zu; Eigenkonstruktion in Anlehnung an den Bildungsplan des Gymnasiums Naturwissenschaft und Technik, 2016). Die *genderspezifische Ausrichtung* wird von den Lehrkräften überwiegend als gegeben eingestuft, wobei jedoch signifikante Unterschiede zwischen der Einschätzung bezüglich der Jungen und Mädchen bei (a) der *inhaltlichen Auseinandersetzung und Problemlösebereitschaft*, (b) der *handlungsorientierten Ausrichtung* (Projektarbeiten), (c) der *Interessantheit* des Fachs und (d) der *Motivation für naturw.-techn. Berufsfelder* zu Gunsten der Jungen bestehen (Mädchen: $M = 1.57 - 3.21$; Jungen: $M = 2.20 - 3.33$; Asymptotische Wilcoxon-Tests: (a) $z = -2.714$, $p = 0.007$, $n = 74$ mit $r = -0.32$; (b) $z = -5.365$, $p = 0.000$, $n = 70$ mit $r = -0.64$; (c) $z = -5.608$, $p = 0.000$, $n = 66$ mit $r = -0.69$; (d) $z = -5.365$, $p = 0.039$, $n = 73$ mit $r = -0.24$; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit $1 =$ Trifft nicht zu bis $4 =$ Trifft zu; 9 Items; Eigenkonstruktion). Der Beitrag des NwT-Kursstufenunterrichts zur *Berufsorientierung* der SuS, zur *Interessenbildung* der SuS, zur *Interdisziplinarität* des Fachs sowie zur *technischen Bildung*, durch die eigene inhaltliche Unterrichtsgestaltung, wird von den Lehrkräften insgesamt ebenfalls positiv eingeschätzt, während die vorhandenen *Ressourcen* (Unterrichtsmaterialien und technische Ausstattung)

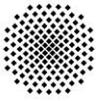


zur Unterrichtsumsetzung als eher ausbaufähig benannt werden (Skalen *Berufsorientierung*: $M = 3.00$; 7 Items; $c_{\alpha} = .88$; *Interessenentwicklung*: $M = 3.40$; 5 Items; $c_{\alpha} = .80$; *Motivationsförderung*: $M = 2.97$; 4 Items; $c_{\alpha} = .77$; *Interdisziplinarität Kursstufe*: $M = 3.22$; 3 Items; $c_{\alpha} = 0.75$; Technische Bildung: *Technische Kompetenzen*: $M = 2.94$; 5 Items; $c_{\alpha} = 0.79$; *Technikfolgenabschätzung*: $M = 2.62$; 2 Items; $c_{\alpha} = 0.83$; *Abgrenzung zu den Naturwissenschaften*: $M = 3.20$; 2 Items; $c_{\alpha} = 0.79$; *Technikanteil*: $M = 3.28$; 3 Items; $c_{\alpha} = 0.81$; *Ressourcen*: $M = 2.31$; 2 Items; $c_{\alpha} = 0.81$; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likert-Skalen mit 1 = *Trifft nicht zu* bis 4 = *Trifft zu*; Eigenkonstruktionen, die Skala *Berufsorientierung* wurde in Anlehnung an die Leitperspektiven der Bildungspläne 2016 erstellt). Des Weiteren schätzen die Lehrkräfte ihre Kompetenzen zur Unterrichtsumsetzung gemäß den *allgemeinen* als auch *fachspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen* (SWE) als gut bis tendenziell sehr gut ein ($M \geq 3,10$). Jedoch bestehen bei der fachspezifischen SWE Unterschiede betreffend des *Unterrichtens im studierten naturwissenschaftlichen Fach* ($M = 3.43$) und in *NwT* ($M = 3.26$) und bei der *Leistungsbeurteilung im studierten naturwissenschaftlichen Fach* ($M = 3.54$) und in *NwT* ($M = 3.35$). Im studierten naturwissenschaftlichen Fach schätzen die Lehrkräfte ihre Kompetenzen zur Unterrichtsumsetzung jeweils signifikant besser ein als in *NwT* (Skala *Allgemeine SWE*: $M = 3.10$; 9 Items; $c_{\alpha} = 0.87$; *Fachspezifische SWE*: Skala *Unterrichten im studierten Fach/in NwT*: Asymptotischer Wilcoxon-Test: $z = -3.304$, $p = 0.001$, $n = 66$ mit $r = -0.407$; je 11 Items, $c_{\alpha} = 0.82/0.83$ und Skala *Leistungsbeurteilung im studierten Fach/in NwT*: Asymptotischer Wilcoxon-Test: $z = -3.3452$, $p = 0.001$, $n = 65$ mit $r = -0.415$; je 4 Items; $c_{\alpha} = 0.77/0.75$; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskalen mit 1 = *Trifft nicht zu* bis 4 = *Trifft zu*; *Allg. SWE* nach Jerusalem und Schwarzer, 1999; *Fachspez. SWE* nach Schulte, 2008). Insgesamt sind die Lehrkräfte der Ansicht, dass technische Bildung in der Kursstufe im Fach *NwT* an allgemeinbildenden Gymnasien in wünschenswerter Weise umzusetzen ist ($M = 3.44$; 1 Item; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit 1 = *Trifft nicht zu* bis 4 = *Trifft zu*; Eigenkonstruktion).

(vi) Motivationale Ausprägungen der SuS mit NwT als Wahl- oder Wahlpflichtfach

NwT wird in den Jahrgangsstufen überwiegend aufgrund *bereits bestehendem fachlichen Interesse an naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen* von den SuS gewählt ($M = 3.42$) (4 Items; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likert-Skala mit 1 = *Trifft nicht zu* bis 4 = *Trifft zu*, Eigenkonstruktion). Die SuS der Jahrgangsstufe 1 schätzen ihre eigenen Fähigkeiten und Leistungen im Fach *NwT* als gut bis sehr gut ein, dies wird durch das ausgeprägte *fachspezifische Selbstkonzept* unterstützt. Es bestehen dabei signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen. Jungen schätzen ihr fachspezifisches Selbstkonzept in *NwT* erwartungskonform höher ein als die Mädchen. (Gesamt: $M = 3.38$; Mädchen: $M = 3.19$; Jungen: $M = 3.43$; $U_{(153, 154)} = 9433.5$, $p < .05$ mit $d_{Cohen} = 0.350$; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likert-Skala mit 1 = *Trifft nicht zu* bis 4 = *Trifft zu*; 10 Items; $c_{\alpha} = 0.89$; nach Köller et al., 2000). Dies zeigt sich ebenso anhand des sozialen Selbstkonzepts. Mädchen schätzen ihre eigenen Fähigkeiten und Leistungen im Fach *NwT* gegenüber den Jungen signifikant niedriger ein (Mädchen: $M = 2.93$; Jungen: $M = 3.78$; $U_{(153, 152)} = 4353.5$, $p < .05$ mit $d_{Cohen} = 1.286$; geschlossenes Antwortformat, fünfstufige Likertskala mit 1 = *weniger begabt als die Jungs/Mädchen* bis 5 = *begabter als die Jungs/Mädchen*; 4 Items; $c_{\alpha} = .90$; nach Schöne et al., 2002). Hinsichtlich der Motivationsausprägungen der SuS identifizieren sich diese mehrheitlich mit dem *NwT*-Unterricht in der Kursstufe. Die Mädchen unterscheiden sich signifikant von den Jungen bezüglich der untersuchten Motivationsvarianten und erreichen in der Variante *Introjiert* einen höheren Wert und in den Ausprägungen *Identifiziert*, *Intrinsisch* und *Interessiert* niedrigere Werte (Subskalen *Motivation*: *Amotiviert*: $M = 1.73$; 3 Items; $c_{\alpha} = 0.80$; *Extrinsisch*: $M = 1.90$; 3 Items; $c_{\alpha} = 0.66$; *Introjiert*: $M = 3.47$; $U_{(153, 154)} = 9372.5$, $p < .05$ mit $d_{Cohen} = 0.359$; 3 Items; $c_{\alpha} = 0.62$; *Identifiziert*: $M = 3.70$; $U_{(153, 154)} = 10054.5$, $p < .05$ mit $d_{Cohen} = 0.255$; 3 Items; $c_{\alpha} = 0.71$; *Intrinsisch*: $M = 3.36$; $U_{(153, 154)} = 9749.5$, $p < .05$ mit $d_{Cohen} = 0.302$; 3 Items; $c_{\alpha} = 0.85$; *Interessiert*: $M = 3.28$; $U_{(153, 154)} = 7550.5$, $p < .05$ mit $d_{Cohen} = 0.653$; 3 Items; $c_{\alpha} = 0.85$; geschlossenes Antwortformat, fünfstufige Likertskala mit 1 = *Trifft nicht zu* bis 5 = *Trifft zu*; nach Prenzel et al., 1996). Die befragten SuS weisen in der Dimension des *Intrinsischen Charakters* ein ausgeprägtes Fachinteresse am Fach *NwT* auf, wohingegen die beiden Dimensionen *Gefühlsbezogene Valenzen* und *Persönliche wertbezogene Valenzen* niedrigere Werte erreichen. In allen drei Dimensionen liegen geschlechtsspezifische Unterschiede zu Gunsten der Jungen vor. Diese weisen allgemein ein höheres fachspezifisches Interesse auf und erreichen in allen drei Dimensionen signifikant höhere Werte als die Mädchen (Subskalen *Fachinteresse*: *Persönliche wertbezogene Valenz*: $M = 2.61$; $U_{(153, 154)} = 9363.5$, $p < .05$ und $d_{Cohen} = 0.361$; 7 Items; $c_{\alpha} = 0.77$; *Gefühlsbezogene Valenz*: $M = 2.48$; $U_{(153, 154)} = 9384.5$, $p < .05$ und $d_{Cohen} = 0.357$; 7 Items; $c_{\alpha} = 0.78$; *Intrinsischer Charakter*: $M = 2.90$; $U_{(153, 154)} = 7793$, $p < .05$ und $d_{Cohen} = 0.612$; 4 Items; $c_{\alpha} = 0.75$; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit 1 = *Trifft nicht zu* bis 4 = *Trifft zu*; nach Schiefele et al., 1993).

Die SuS haben nach Eintritt in die Jahrgangsstufe 1 Erwartungen an das Fach und stimmen den Aussagen - dass die naturwissenschaftlichen und technischen Themen und Inhalte der Kursstufe die eigene *Interessenbildung* unterstützen und einen Beitrag zur persönlichen *beruflichen Orientierung* leisten kann - eher zu. Die Einschätzungen der Mädchen unterscheiden sich diesbezüglich ebenfalls signifikant von den Jungen und zeigen niedrigere Werte (Skala *Interessenbildung*: Gesamt: $M = 2.96$; Mädchen: $M = 2.72$; Jungen: $M = 3.02$; $U_{(153, 151)} = 8287.5$, $p < .05$ mit $d_{Cohen} = 0.504$; 9 Items; $c_{\alpha} = .89$; Skala *Berufsorientierung*: Gesamt: $M = 2.91$; Mädchen: $M = 2.75$; Jungen: $M = 2.95$; $U_{(153, 152)} = 9720.5$, $p < .05$ mit $d_{Cohen} = 0.287$; 5 Items; $c_{\alpha} = 0.86$; geschlossenes Antwortformat, vierstufige Likertskala mit 1 = *Trifft nicht zu* bis 4 = *Trifft zu*; Eigenkonstruktionen, die Skala *Berufsorientierung* wurde in Anlehnung an die Leitperspektiven der Bildungspläne 2016 erstellt).



4. Zusammenfassung und Ausblick

Die Evaluationsergebnisse belegen zusammenfassend, dass der Schulversuch NwT-K2 grosso modo positiv zu bewerten ist, so dass sowohl der Ausbau zu einem vierstündigen Kursstufenfach als auch die Überführung in die Regelphase insgesamt wünschenswert scheint. Um den gewünschten Bildungoutput im Fach NwT schulübergreifend bzw. die Umsetzung der formulierten Bildungsstandards im Fach zu ermöglichen, wäre eine Beschreibung verbindlicher Kernkompetenzen in der Kursstufe förderlich. Insbesondere scheint dies auch für die Weiterentwicklung des Fachs zu einem vierstündigen Abiturfach mit dann landesweit einheitlichen Prüfungen zwingend notwendig. Die vorliegenden Evaluationsergebnisse liefern ein systematisch erhobenes Beschreibungswissen zu den schulpraktisch relevanten Themenbereichen (s.o.) und geben damit für die Lehrerbildung im Fach zentrale Hinweise für das notwendige fachwissenschaftliche Kompetenzprofil der NwT Lehrkräfte, um in der Kursstufe zu unterrichten. Auf der Basis dieses Beschreibungswissens wäre an den beteiligten hochschulischen Standorten (Karlsruhe, Stuttgart, Ulm, Tübingen) zu prüfen, inwiefern die Fachinhalte in der Lehramtsausbildung bislang durch die Studien- und Prüfungsordnungen im Lehramt NwT abgedeckt sind und wo ggf. nachgesteuert werden muss. Zugleich scheint es zwingend notwendig, für die Lehrkräfte in der Kursstufe adäquate Fort- und Weiterbildungsangebote in den für die NwT-Kursstufe relevanten Themenbereichen auszubringen, um eine wissenschaftspropädeutische Lehre in der gymnasialen Oberstufe abzusichern. Insbesondere wird von den Befragten ein zentraler Fort- und Weiterbildungsbedarf zu technischen Bereichen (u.a. Automatisierungs-, Regelungs- und Verfahrenstechnik) eingefordert. Entsprechende Maßnahmen sollten inhaltlich und strukturell landesweit mit definierten Standards angeboten werden, um die Entwicklung von vergleichbaren Kompetenzprofilen bei NwT-Kursstufenlehrkräften zu ermöglichen und letztlich eine stärkere Konvergenz des Bildungoutputs bei den SuS zu ermöglichen. Zur Absicherung der Fort- und Weiterbildungsqualität wäre hierzu eine formative Begleitforschung wünschenswert. In Anbetracht dessen, dass es entsprechend den Ergebnissen der Studie bislang nur unzureichend gelingt, Mädchen für das Kursstufenfach zu motivieren, wäre eine spezifische Förderung von Mädchen in den Jahrgangsstufen angezeigt, wobei bereits in der Sekundarstufe I (Eingangs- und Mittelstufe) eine adaptive Förderung zum Fähigkeitsselbstkonzept und Fachinteresse NwT von Bedeutung ist. Dabei ist es u. E. wichtig, im Rahmen einer Förderstudie vorbereitend das geschlechtsspezifische Sachinteresse der Mädchen (Inhaltsgebiete, Kontexte und Tätigkeiten) im engen Kontext *Technik* zu analysieren (z. B. *Technikfolgenabschätzung; Biotechnologie*) und darauf aufbauend adaptive Maßnahmen zur Förderung der Mädchen zu entwickeln und zu erproben, insbesondere vor dem Hintergrund des praktisch- und projektorientierten Kursstufenunterrichts. Anknüpfend an das in dieser Studie generierte empirische Beschreibungswissen zu den SuS, wäre zudem eine weitergehende längsschnittliche Betrachtung der im Projekt generierten Stichprobe zum Ende der Jahrgangsstufe 2 und i. R. v. einer Follow-Up-Erhebung interessant, um Abschätzungen zur tatsächlichen Berufsorientierungsleistung des Fachs NwT und dem Kompetenzprofil der SuS vorzunehmen.

Literatur

- Abiturverordnung Gymnasien der Normalform – NGVO (2001): Verordnung des Kultusministeriums über die Jahrgangsstufen sowie über die Abiturprüfung an Gymnasien der Normalform und Gymnasien in Aufbauform mit Internat.
- Autorengruppe Entwurf für Bildungsstandards (2011): Entwurf für Bildungsstandards Naturwissenschaft und Technik (NwT) Kursstufe 2-stündig. Landesinstitut für Schulentwicklung (S. 1-4). Online: http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Bildungsstandards/Gym/Gym_NwT_kurs_2st_bs.pdf (07.09.2016).
- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Auflage). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, B. (2008): *Explaining psychological statistics* (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Technik (2006): Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i. d. F. vom 16.11.2006. Online: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Technik.pdf (26.04.2017).
- Köller, O., Schnabel, K. U., & Baumert, J. (2000): Der Einfluß der Leistungsstärke von Schulen auf das fachspezifische Selbstkonzept der Begabung und das Interesse. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 32, S. 70 – 80.
- Landesinstitut für Schulentwicklung (2011): Abschlussbericht. Evaluation der Fächerverbünde. Stuttgart.



- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2016): Calculation of Effect Sizes. Available: https://www.psychometrica.de/effect_size.html. Bibergau (Germany): Psychometrica. DOI: 10.13140/RG.2.1.3478.4245.
- Mayring, P. (2007): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz, Auflage 9.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport. (2016): Bildungsplan des Gymnasiums. Naturwissenschaft und Technik. Profulfach. Leitgedanken zum Kompetenzerwerb. Baden-Württemberg (S. 4). Online: www.bildungsplaene-bw.de (07.09.2016).
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (2016): Bildungspläne 2016. Leitperspektiven. Berufliche Orientierung. Landesinstitut für Schulentwicklung. Baden-Württemberg. Online: www.bildungsplaene-bw.de (07.09.2016)
- Möller, J., Paulick, I., Hahn, C., Harms, U., Tchoudova, N. & Schroeter B. (2014): Abschlussbericht der Evaluation des Hamburger Schulversuchs alles>>können. Institut für Psychologie, Universität Kiel. IPN, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Kiel.
- Mokhonko, S., Stefanica, F. & Nickolaus, R. (2014): NwT-Unterricht: Herausforderungen bei der Einführung eines neuen Faches im Spiegel einer aktuellen Bestandsaufnahme. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 2 (Heft 1), S. 102 – 128.
- Prenzel, M., Kristen, A., Dengler, P., Ettl, R., & Beer, T. (1996): Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In Lehr-Lern-Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung (S. 108–127). Stuttgart: Steiner Verlag.
- Schiefele, U., Krapp A., Wild K. P., Winteler A. (1993): Der Fragebogen zum Studieninteresse (FSI). Diagnostika, 39 (4), S. 335-351.
- Schöne, C., Dickhäuser, O., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002): Die Skalen zur Erfassung des schulischen Selbstkonzepts (SESSKO). Göttingen: Hogrefe.
- Schulte, K. (2008): Selbstwirksamkeitserwartungen in der Lehrerbildung – Zur Struktur und dem Zusammenhang von Lehrer-Selbstwirksamkeitserwartungen, Pädagogischem Professionswissen und Persönlichkeitseigenschaften bei Lehramtsstudierenden und Lehrkräften. Dissertation. Universität Göttingen.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (Hrsg.) (1999): Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Zinn, B., Latzel M. & Ariali, S. (2017): Entwicklung und Erprobung eines Instruments zur Erfassung allgemein technischen Wissens im Fach Naturwissenschaft und Technik. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 5 (Heft 1), S. 76-99.

Ansprechpartner:

Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft
Lehrstuhl Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)
Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

Prof. Dr. Bernd Zinn zinn@ife.uni-stuttgart.de
Dipl.-Biol. Mira Latzel latzel@ife.uni-stuttgart.de

gefördert durch

