

Chancen eines fächerübergreifenden Physikunterrichts

Eine Überlegung, wie durch fächerübergreifenden Unterricht Schülerinnen gleichsam wie Schüler für die Inhalte des Faches Physik begeistert werden können

CONSTANZE GREGER

C.GREGER@GMX.AT

Zusammenfassung

In diesem Beitrag soll der Frage auf den Grund gegangen werden, weshalb Frauen sich seltener für Physik- bzw. MINT-Studien und Berufe entscheiden als Männer. Als wichtige Weichenstellerin für die Berufsentscheidung gilt die Schulzeit (vgl. Kappel in Sator, 2020). In diesem Kontext werden geschlechterspezifisches Interesse, Selbstkonzept, Leistungen und Geschlechterrollenidentität bezogen auf den Physikunterricht betrachtet. Außerdem wird argumentiert, weshalb die Behandlung des Themas Gleichstellung der Geschlechter in Physik- bzw. MINT-Berufen von Relevanz ist. Abschließend wird anhand des fächerübergreifenden Physikunterrichts eine Möglichkeit aufgezeigt, wie sowohl Schülerinnen als auch Schüler gleichermaßen für das Unterrichtsfach bzw. die Inhalte der Physik begeistert werden können, so dass sich bestenfalls mehr Jugendliche ein Physik-Studium grundsätzlich zutrauen bzw. vorstellen können.

1 Einleitung

Quantitative Analysen diverser Physik-bezogener Studiengänge und Berufe zeigen, dass in vielen Ländern, darunter auch Österreich, der Frauenanteil im Bereich Physik meist deutlich unter 30% beträgt (siehe Abbildung 1). Bei Betrachtung der MINT-Studiengänge sind nur in Informatik-Studien noch weniger Frauen vorzufinden als im Bereich Physik. Dem gegenüber stehen Frauenanteile von 47% in Mathematik, 55% in Chemie und 65% in Biologie (AGD, 2018). Es drängt sich die Frage auf, weshalb sich Frauen ausgerechnet in der Physik selten für ein Studium und in weiterer Folge einen physiknahen Beruf entscheiden.

In vielen Fällen werden die Weichen für die Berufswahl bereits in der Schule gestellt (vgl. Kappel in Sator, 2020). Darum werden in diesem Beitrag verschiedene Aspekte, die für die Berufsentscheidung relevant sind, im Kontext der Schule betrachtet.

Außerdem wird ein Ansatz vorgestellt, wie durch fächerübergreifenden Physikunterricht den Schüler*innen die Physik alltagsbezogen nähergebracht werden kann, so dass sich im Endeffekt mehr Jugendliche für das Fach und dessen Inhalte begeistern und sich so möglicherweise ein Physikstudium vorstellen können bzw. zutrauen würden.

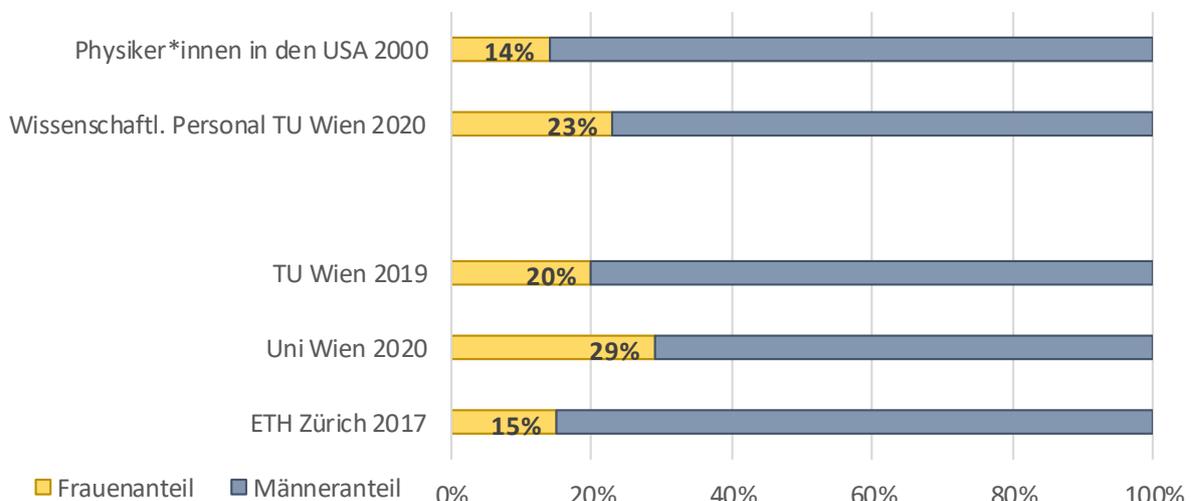


Abbildung 1: Frauen- und Männeranteil in Prozent in Physik-bezogenen Berufen und Studien an verschiedenen Universitäten im jeweils angegebenen Jahr (vgl. AAUW, 2015; Brovelli, 2017; TU Wien, 2020; Universität Wien, 2020)

2 Zielsetzung

Dieser Beitrag verfolgt zwei Hauptziele: Zum einen soll der Frage auf den Grund gegangen werden, weshalb so wenige Frauen Physik-bezogene beziehungsweise allgemein technische Berufe und Studien ergreifen. Daran anknüpfend soll kurz begründet werden, warum es – auch für Männer – sinnvoll ist, dieser Unterrepräsentation aktiv entgegenzuwirken.

Zum anderen soll eine Möglichkeit aufgezeigt werden, wie das Image des Faches Physik im Allgemeinen, aber bezogen auf den konstanten Frauenmangel in MINT-Studien und Berufen besonders bei Schülerinnen, zum Positiven verändert werden kann. Mithilfe von fächerübergreifendem Unterricht wird ein Ansatz zur nachhaltigen Förderung des Interesses an physikalischen Inhalten aufgezeigt. Außerdem sollen für (Physik-) Lehrpersonen Ideen vorgestellt werden, wie sie ihren Unterricht im Allgemeinen gendersensibler gestalten können.

3 Ergebnisse aus der aktuellen MINT-bezogenen Geschlechterforschung

3.1 Interesse

Nach Herbst et al. (2017), die in ihrer Studie 301 Schülerinnen und Schüler aus Salzburger Neuen Mittelschulen befragt haben, liegt das Unterrichtsfach Physik im Gesamtranking aller Fächer im hinteren Mittelfeld. In einer Schweizer Studie mit über 3500 Schüler*innen landet das Unterrichtsfach Physik nur am vorletzten Platz (vgl. AWS, 2014). Physik zählt demnach allgemein nicht zu den Lieblingsfächern der Schüler*innen. Von besonderer Bedeutung ist jedoch, dass sich das Interesse der Mädchen nicht signifikant von dem der Burschen unterscheidet (siehe Abbildung 2). Allerdings unterscheidet sich die Art des Interesses sehr wohl (vgl. Herbst et al., 2016; 2017).

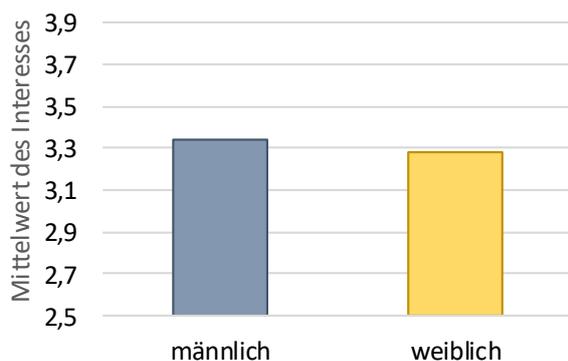


Abbildung 2: Interesse am Unterrichtsfach Physik nach Geschlecht nach Herbst et al., 2017

Strahl (2018) unterteilt das Interesse an der Physik in drei Interessensbereiche: *Physik und Technik*, *Mensch und Natur* sowie *Gesellschaft*. Herbst et al. konnten sowohl 2016 als auch 2017 in ihren Studien zeigen, dass Mädchen vor allem an den beiden letzteren Bereichen interessiert sind, wohingegen Burschen vermehrt die ersten beiden Themengebiete spannend finden. Dem Bereich „Mensch und Natur“, der den Bezug von Physik zur Alltagswelt umfasst, kommt eine besondere Bedeutung zu: An ihm sind beide Geschlechter gleichermaßen interessiert und insgesamt können Lehrpersonen mit diesbezüglichen Inhalten ca. 80% der Schüler*innen erreichen. Auch Stadler (2010) bestätigt, dass Interessensunterschiede verschwinden, wenn lebensweltbezogen unterrichtet wird. Sie ist überzeugt, dass vor allem den Mädchen Fachsystematik allein zu wenig sei. Stattdessen wollen sie „das Gelernte in Bezug setzen können mit der Welt außerhalb der Schule“ (Stadler 2010, S. 59).

3.2 Physik-Leistungen der Schüler*innen

Da Schulnoten im Grunde subjektiv und von Lehrkraft zu Lehrkraft nach unterschiedlichen Kriterien vergeben werden, scheint es nicht gerechtfertigt diese hier als eine mögliche Begründung des Geschlechterunterschieds in Physik heranzuziehen. Angemerkt sei diesbezüglich nur, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Physik-Schulnote und dem physikbezogenen Selbstkonzept (Ausführungen hierzu siehe Kapitel 3.3) besteht (vgl. Herbst et al., 2017; Jansen, 2015).

Stattdessen werden Ergebnisse aktueller internationaler und nationaler Testungen herangezogen. Bei PISA 2018 lagen die österreichischen Schüler*innen im Kompetenzbereich Naturwissenschaften im OECD/EU-Schnitt. Die Geschlechterunterschiede zugunsten der Burschen aus 2015 konnten 2018 nicht mehr festgestellt werden, wobei das Niveau der Schülerinnen gleichgeblieben ist und die Leistungen der Burschen nachgelassen haben (vgl. Suchan et al., 2019). Allerdings findet hier keine Differenzierung zwischen den einzelnen Fächern statt, weshalb in Physik durchaus Unterschiede vorhanden sein könnten.

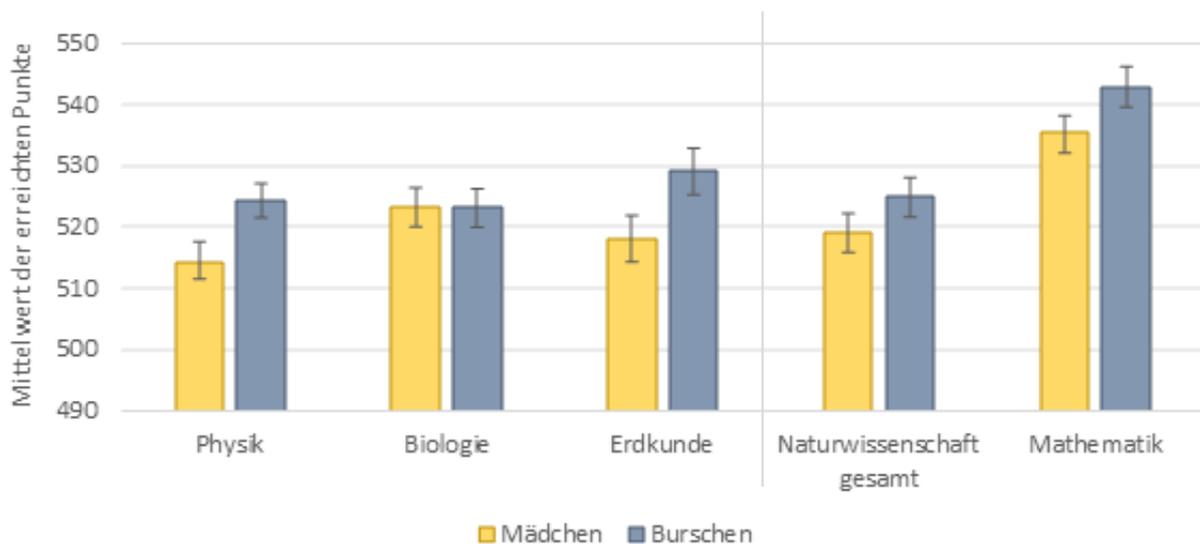


Abbildung 3: Erreichte Mittelwerte der österreichischen Mädchen und Burschen bei TIMSS 2019 in den naturwissenschaftlichen Inhaltsbereichen und in Mathematik (vgl. Suchan, Lindemann, 2019)

Bei TIMSS 2019 wurden in 21 von 24 teilnehmenden EU-Ländern in Naturwissenschaft ebenfalls keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede festgestellt. Während sich beide Geschlechter gegenüber 2011 in Mathematik deutlich verbesserten (jeweils um über 30 Punkte), fielen die Leistungen im Bereich Naturwissenschaft (Biologie, Erdkunde und Physik) ab, wobei hier die Burschen um 13 Punkte und die Mädchen um durchschnittlich 6 Punkte nachließen, weshalb sich der Geschlechterunterschied zugunsten der männlichen Schüler erstmals aufhob (vgl. Suchan, Lindemann, 2019).

Bei differenzierter Betrachtung lassen sich, wie in Abbildung 3 zu erkennen ist, hingegen signifikante Leistungsunterschiede zugunsten der Burschen in Physik, Erdkunde und Mathematik erkennen (vgl. ebd.).

Die Kompetenzunterschiede mit biologisch bedingten Differenzen zu begründen greift definitiv zu kurz, wie Blickenstaff (2005) in seinem Artikel über Frauen und Karrieren in STEM (Science, Technology, Engineering, Math) -Berufen zusammenfasst:

It seems clear from the literature that whatever biological differences there are between men and women, there is very little difference in scientific or mathematical ability, and certainly not enough to explain the under-representation of women in STEM careers.

Blickenstaff, 2005, S. 373

Stattdessen gelten unter anderem das Selbstkonzept (siehe Kapitel 3.3), die Art wie naturwissenschaftliche Curricula und Unterricht aufgebaut sind und die Geschlechterrollenidentität (siehe Kapitel 3.4) als weitaus gewichtigere Gründe für bzw. gegen eine Identifikation mit MINT-Studien und -Berufen (vgl. u.a. Blickenstaff, 2005; Kosuch, 2010; Wodzinski, 2010).

3.3 Selbstkonzept und Leistungswahrnehmung

Das Selbstkonzept einer Person ist abhängig von vielen internalen (z.B. Interesse oder Geschlechterrollenidentität) und externalen (z.B. Erwartungshaltung der Eltern oder Stereotype der Lehrperson) Faktoren und beschreibt die Wahrnehmung der eigenen Fähigkeiten in einem bestimmten (Fach-)Bereich (vgl. Brovelli, 2017; SKBF, 2003; Suchan & Lindemann, 2020). Je höher das Selbstkonzept einer Person, desto besser ist deren Kompetenz in diesem Bereich. Dies können die jüngst veröffentlichten Ergebnisse aus TIMSS 2019 bestätigen (vgl. Suchan, Lindemann, 2020). Auch das Interesse steht in positivem Zusammenhang mit dem Selbstkonzept (vgl. Herbst et al., 2017; Jansen, 2015).

Eine Vielzahl an Studien belegt, dass Mädchen sowohl in Chemie und Mathematik als auch in Physik ein geringeres Selbstkonzept aufweisen als Burschen (vgl. u.a. Arztmann et al., 2018; Heyder et al., 2019; Jansen et al., 2014; Stadler, 2010).

Neueste Ergebnisse aus TIMSS 2019 entkräften dies sowohl auf österreichischer als auch auf EU-Ebene: Demnach haben Burschen der 4. Klasse Volksschule zwar ein höheres Selbstkonzept in Mathematik, allerdings besteht im Bereich Naturwissenschaften kein signifikanter Geschlechterunterschied (vgl. Suchan, Lindemann, 2020). Allerdings sind diese Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten, da hier einerseits Biologie, Physik und Erdkunde zusammengefasst betrachtet werden und andererseits sich das Selbstkonzept in weiterführenden Schulen noch stark verändern kann. Jansen (2015) bestätigt, dass Schülerinnen und Schüler in jedem naturwissenschaftlichen Fach andere Selbstkonzepte haben und plädiert dafür, diese stets differenziert zu betrachten. Die AWS (2014) haben bei Schülerinnen durchschnittlich ein um 26% geringeres technikbezogenes Selbstkonzept als bei den Burschen festgestellt. Gleichzeitig stellte sich heraus, dass Kinder, die in Technik von der Familie oder der Lehrperson gefördert wurden, ein wesentlich höheres Selbstkonzept aufwiesen als jene, die keine oder nur eine geringe Förderung wahrnahmen. Daher ist der externale Faktor *Attributionen von Lehrpersonen bezüglich ihres Faches* von großer Bedeutung, da deren implizite Wahrnehmung ihres Faches in die Beurteilung und Förderung der Schüler*innen mit einfließt (vgl. AWS, 2014; Brovelli, 2017; SKBF, 2003). Ergebnisse der TIMSS-Studie aus 2011 zeigen, dass das Selbstkonzept von Mädchen in Mathematik umso schwächer ist, je stärker die Lehrperson ihr Fach als männlich assoziiert. Gleichzeitig korrelieren hohe Erwartungen an Schüler*innen einer Mathematik-Lehrperson mit einem besseren Selbstkonzept und höherem Interesse am Fach ebendieser Schüler*innen (Brovelli, 2017). Auch Heyder et al. (2019) bestätigten diese Ergebnisse: Die Überzeugungen von Lehrpersonen haben einen signifikanten Einfluss auf die Fähigkeiten(-entwicklung) von Schüler*innen. In ihrer Studie beschrieben einige Lehrpersonen ihre männlichen Schüler trotz gleicher Testergebnisse als talentierter in Mathematik, woraufhin die Mädchen in diesen Klassen ihre objektiv gleichen Leistungen schlechter einschätzten (vgl. ebd.).

Diese beiden Studien beziehen sich zwar auf das Fach Mathematik, allerdings wird das Unterrichtsfach Physik laut TIMSS 2011 von Lehrpersonen in etwa doppelt so hoch mit Burschen assoziiert wie Mathematik (vgl. Brovelli, 2017). Dies lässt den Schluss zu, dass die Studienergebnisse auch auf das Fach Physik übertragbar sind¹.

3.4 Geschlechterrollenidentität und Vorbilder

Vorbilder in der Physik können die Ausbildung einer physikbezogenen Geschlechterrollenidentität unterstützen. Männliche Verwandte, wie Väter und Großväter, übernehmen im Bereich der Technik und der Physik wichtige Vorbildrollen sowohl für Burschen als auch für Mädchen. Mütter spielen diesbezüglich hingegen keine Rolle (vgl. AWS, 2014).

Auch für die Ausbildung eines Selbstkonzepts sind Vorbilder relevant. So kann nach Kosuch (2010) die Beobachtung eines Modells zur Steigerung des Selbstkonzeptes beitragen, allerdings nur dann, wenn dieses als ausreichend ähnlich empfunden wird. Das heißt, wenn das Kind dieses Modell als Vorbild wahrnimmt.

Ein Auszug einer relativ umfangreichen Analyse von zehn Physik-Schulbüchern, durchgeführt von Strahl et al. (2014), zeigt, dass die meisten analysierten Physik-Lehrbücher nicht zur Förderung weiblicher Vorbilder beitragen: Frauen werden 5x häufiger bei Haushalts-Tätigkeiten abgebildet als Männer, wohingegen männliche Personen 4-mal öfter im Bereich Handwerk zu sehen sind. Abbildungen von Persönlichkeiten aus der Physik finden sich in den 10 untersuchten Büchern generell nur wenige, davon zeigt jedoch keine einzige eine Physikerin. In Informationstexten kommen Männer im Verhältnis 5-mal öfter vor und bei Experimenten und Aufgabenstellungen werden sie doppelt so oft beschrieben wie Frauen (siehe Abbildung 4).

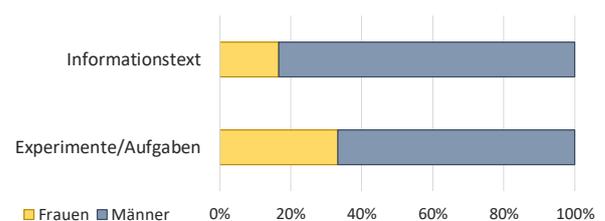


Abbildung 4: Geschlechterverhältnis in Texten in Physik-Schulbüchern (vgl. Strahl et al., 2014)

¹ Im österreichischen Erstbericht zu TIMSS 2019 sind diesbezüglich keine differenzierten Ausführungen vorhanden, weshalb die Ergebnisse aus TIMSS 2011 herangezogen wurden.

In diesem Zusammenhang steht vermutlich die Tatsache, dass bei vielen Schülerinnen mit zunehmender Übernahme der weiblichen Geschlechterrolle das Interesse an der Physik abnimmt (vgl. Brovelli, 2017). Kessels (2005) verbindet dies mit der Auseinandersetzung mit dem sogenannten Physik-Prototypen. Dieser Prototyp beschreibt Eigenschaften, denen Personen, die an Physik interessiert sind, beziehungsweise die in diesem Bereich arbeiten (wollen), typischerweise zugeordnet werden. In Abbildung 5 sind einige dieser Eigenschaften dargestellt, wobei die gelb umrandeten Eigenschaften jene sind, die explizit Physik-prototypischen Frauen zugeordnet werden (vgl. ebd.).

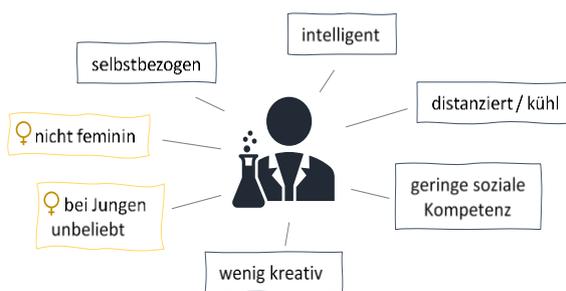


Abbildung 5: Der Physik-Prototyp nach Kessels (2005); in Gelb Eigenschaften, die speziell Physikerinnen zugeschrieben werden

So nehmen Mädchen, die ein Interesse an Physik zeigen, eine starke Unbeliebtheit bei Burschen wahr (vgl. Kessels, 2005). In einer zweiten Studie zu diesem Thema konnten Taconis und Kessels (2009) den Zusammenhang zwischen Fachinteresse und Identifikation mit dem Prototypen bestätigen: Je weniger Mädchen dem Physik-Prototypen ähneln, desto weniger mögen sie das Fach Physik.

Wie bereits in Kapitel 3.3 angedeutet, beeinflusst die Wahrnehmung des eigenen Faches von Lehrpersonen die Art des Unterrichts; und Physik hat ein vornehmlich männliches Image (vgl. u.a. Brovelli, 2017). Da Lehrkräfte dies oftmals (implizit) vermitteln, entsprechen die Vorstellungen von einem Physik-bezogenen Beruf meist nicht den Erwartungen von jungen Frauen. Die Ansichten eines Berufs sind jedoch für dessen Wahl mitentscheidend (vgl. Jansen et al., 2014; SKBF, 2003).

Aus diesem Grund entscheiden sich junge Frauen mit guten physikalischen Leistungen und hohen Selbstkonzepten dennoch nicht für ein Physik-Studium, da es nicht mit ihrer Geschlechteridentität und/oder ihren Zielen und Werten kongruent ist. Zu diesen zählen für viele Schülerinnen unter anderem Gemeinnützigkeit, die Aussicht mit und für Menschen zu arbeiten, und der gesellschaftliche Nutzen. Physik wird stereotyperweise mit keinem der genannten Werte verbunden (vgl. AWS, 2014; Jansen, 2015).

4 Vorteile heterogener Arbeitsgruppen

„Zwanzig- bis dreißig-jährige Männer machen Produkte für zwanzig- bis dreißig-jährige Männer.“

Gerti Kappel in Sator 2020, Min. 08:28

Gerti Kappel² ist der Überzeugung, dass ein ausgeglichener Zugang zu einer Problemstellung von Männern und Frauen zu besseren Lösungen für alle Gruppen einer diversen Bevölkerung führe, als immer nur denselben Typ Mensch einen Blick darauf werfen zu lassen (vgl. Sator, 2020). Bestätigt wird dies auch von zahlreichen Studien, unter anderem von jenen, die das AAUW (2015) zusammengefasst hat: Geschlechtervielfalt erhöht die *Kollektive Intelligenz*³ von Arbeitsgruppen (AAUW 2015 nach Woolley et al. 2010) und korreliert mit einer höheren Unternehmensleistung (AAUW 2015 nach Catalyst 2011). Außerdem besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Beschäftigungsrate von Frauen in allen Ebenen eines Unternehmens und dessen Firmenergebnissen (AAUW 2015 nach NCWIT 2014). Allerdings stellen sich diese Vorteile nicht automatisch ein, sondern nur mit zeitgleicher Umstellung des Denkens und Umstrukturierungen in der Firma (beispielsweise durch aktive Inklusion der diversen Gruppen von Angestellten). Abgesehen von den Vorteilen für einzelne Firmen, ist das Aufheben von stereotypen Berufsbildern auch ein nicht zu unterschätzender Wirtschaftsfaktor für ein Land: Ein möglicher bestehender Fachkräftemangel in MINT-Berufen kann viel leichter gedeckt werden, wenn diese Berufe nicht als untypisch für gut die Hälfte der Bevölkerung angesehen werden. Zudem fördert dies allgemein das Aufheben von Stereotypen (vgl. Brovelli, 2017; Criado-Perez, 2019).

² Gerti Kappel ist Professorin an der TU Wien und Dekanin der dortigen Fakultät für Informatik (vgl. TU Wien, 2020)

³ Kollektive Intelligenz bedeutet, dass Gruppen, unabhängig von der Intelligenz einzelner, durch Zusammenarbeit der Individuen intelligente Entscheidungen treffen können (vgl. Siepermann, 2020)

5 Fächerübergreifender Physikunterricht

5.1 Verortung im Lehrplan

Fächerübergreifender Unterricht ist im Lehrplan im Allgemeinen Teil unter dem Punkt *Schul- und Unterrichtsplanung* verankert (vgl. BBWF 2020). Dieser soll angewendet werden, wenn Aufgaben, „die sich nicht einem einzigen Unterrichtsgegenstand zuordnen lassen, sondern nur im Zusammenwirken mehrerer Unterrichtsgegenstände zu bewältigen sind“ (BBWF, 2020, S.21). Dadurch wird es Schüler*innen erleichtert, sich Wissen „in größeren Zusammenhängen selbstständig anzueignen“ (ebd., S.21).

Der Lehrplan unterscheidet zwischen fächerverbindendem und fächerübergreifendem Unterricht. Bei ersterem haben Lehrpersonen die Aufgabe „mögliche, die Fächergrenzen überschreitende Sinnzusammenhänge herzustellen“ (BBWF, 2020, S.21). Die Organisation in einzelnen Fächern bleibt hierbei bestehen.

Bei fächerübergreifendem Unterricht „[steht] ein komplexes, meist lebens- oder gesellschaftsrelevantes Thema im Mittelpunkt“ (BBWF, 2020, S.21).

Dieses Thema soll in integrativer Zusammenarbeit der einzelnen Fächer erarbeitet werden, beispielsweise durch Projektunterricht. Dabei leisten die einzelnen Lehrpersonen themenspezifische Beiträge (vgl. BBWF, 2020).

Demnach handelt es sich bei den folgenden Beispielen in Kapitel 5.2 um vorwiegend fächerverbindenden Unterricht, wobei umgangssprachlich meist unter dem Begriff *fächerübergreifend* die beiden Terminologien zusammengefasst werden. Darum wird auch hier allgemein von fächerübergreifendem Unterricht gesprochen.

5.2 Umsetzungsbeispiele eines fächerübergreifenden Physikunterrichts

Fächerverbindender oder -übergreifender Unterricht innerhalb der naturwissenschaftlichen Fächer ist allein durch die sich teils überschneidenden Lehrpläne der Fächer Biologie, Chemie und Physik naheliegend (vgl. BBWF, 2020). Je nach Schule und Lehrpersonen fällt dieser unterschiedlich stark aus. Unter Einbeziehung der in Kapitel 3.1 genannten Interessens-Studien, werden im Folgenden vier Kooperationen mit bei Schüler*innen beliebten, nicht naturwissenschaftlichen Fächern vorgestellt.

5.2.1 Physik und Geschichte

Physik ist laut der Salzburger Studie aus dem Jahr 2017 in der Beliebtheitsskala bei Schüler*innen auf dem 10. Platz von 16 (vgl. Herbst et al., 2017). Bei der Schweizer Studie landete Physik überhaupt nur am vorletzten (14.) Platz (vgl. AWS, 2014). Geschichte hingegen belegt bei beiden Studien jeweils den 5. Platz, wobei es bei Burschen und Mädchen ähnlich beliebt ist.

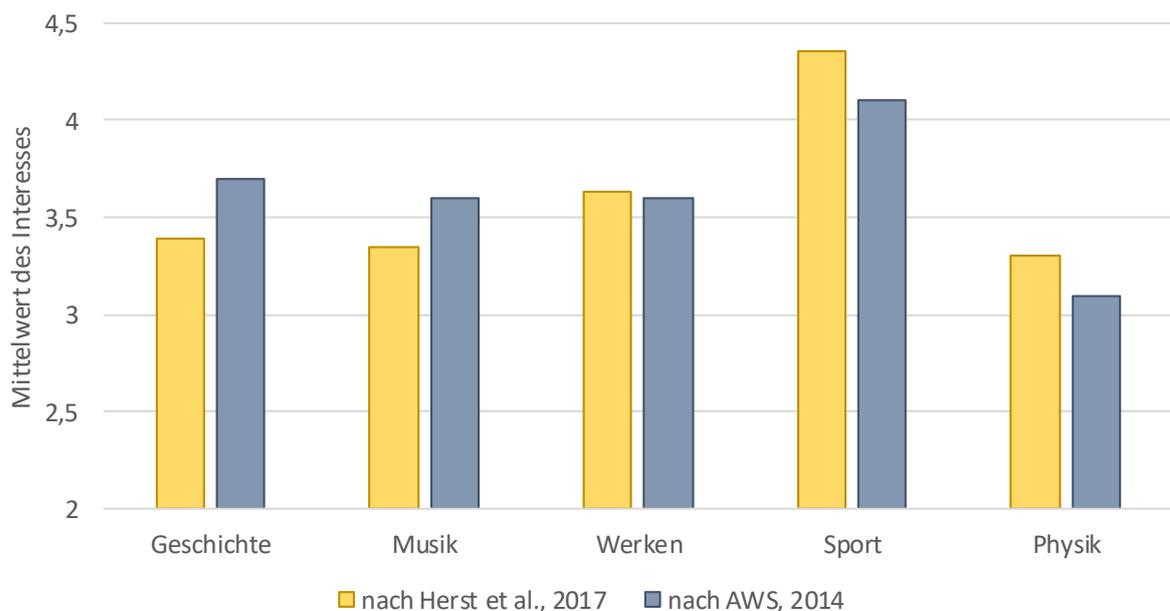


Abbildung 6: Beliebtheit der Unterrichtsfächer bei Schüler*innen in Salzburg (nach Herbst et al., 2017) und in der Schweiz (nach AWS, 2014); die verbale Skala der Schweizer Studie wurde an die numerische Skalierung der Salzburger Studie angeglichen; die Skala auf der y-Achse reicht von 0 bis 5; für Werken (Österreich) wurde der Mittelwert aus Technischem und Textilem Werken gebildet

Bei Kombination der beiden Fächer bieten sich aus Sicht der Physik Inhalte aus dem Interessensbereich *Gesellschaft* an, da diese im Physik-Lehrplan im Bildungsbereich *Mensch und Gesellschaft* verankert sind (vgl. BBWF, 2020; Strahl, 2018): Im Unterricht soll der „Einfluss von Physik und Technik auf gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Entwicklungen“ (BBWF, 2020, S.97) Beachtung finden. Mit diesbezüglichen Inhalten können nach Herbst et al. (2017) besonders Mädchen begeistert werden.

In der Unterstufe ist dafür beispielsweise das Thema *Das radioaktive Verhalten der Materie* (Lehrstoff 4. Klasse) geeignet. In der Oberstufe wäre das Pendant *Kernphysik* (Lehrstoff 8. Klasse), wobei sich auch *Aktuelle Forschung* für eine Fächerverbindung bestens eignet (vgl. BBWF, 2020, S.99, 184f).

Im Themenfeld Radioaktivität kann unter anderem der Einfluss physikalischer Forschung auf die Modernisierung bzw. Industrialisierung behandelt werden. Dabei wird die Arbeit von Physikerinnen gleichermaßen in den Fokus gerückt wie die ihrer männlichen Kollegen. Zum Beispiel:

- Marie Curie und Henri Becquerel
- Lise Meitner und Otto Hahn
- Aktuell (in Österreich) in diesem Forschungsgebiet arbeitende Physikerinnen und Physiker

Im Lehrstoff-Thema der Oberstufe *Aktuelle Forschung* (8. Klasse) kann noch ausführlicher auf den dritten Punkt eingegangen werden (vgl. BBWF, 2020, S. 184f). Dadurch, dass auch die Arbeit von weiblichen Physikerinnen in den Fokus gerückt wird, können (weibliche) Vorbilder für Mädchen abseits der eigenen Familie geschaffen und das überwiegend männliche Image des Physikunterrichts entkräftet werden.

5.2.2 Physik und Musikerziehung

Abbildung 6 zeigt, dass auch das Unterrichtsfach Musikerziehung für die Salzburger Schüler*innen knapp (Platz 9 im Gesamtranking) und für die Schweizer Schüler*innen deutlich (gemeinsam mit Werken auf Platz 7) interessanter ist als Physik. Im Gegensatz zu Geschichte ist Musikerziehung bei Mädchen jedoch signifikant beliebter als bei Burschen (vgl. AWS, 2014; Herbst et al. 2017).

Dennoch kann eine Kooperation des Faches mit Physik für beide Geschlechter interessant sein, wenn beispielsweise Slow Motion Videos von verschiedenen Instrumenten von den Kindern selbst aufgenommen werden. Anschauliche Beispiele dazu sind auf YouTube zu finden, etwa die Videos des Toronto Symphony Orchestra (2016).

Mithilfe dieser angefertigten Videos können in weiterer Folge die Funktionsweise von Blas- und Streichinstrumenten und die Erzeugung von Schallwellen erklärt werden. Im Physik-Lehrplan sind diese Themen im Lehrstoff der 2. Klasse (*Alle Körper bestehen aus Teilchen*) bzw. der 6. Klasse (*Schwingungen und Wellen*) verankert (vgl. BBWF, 2020, S. 98 und 184f). Dieses Beispiel eignet sich besonders für eine Schule mit Musikschwerpunkt, da in einer solchen fast alle Kinder selbst ein Instrument spielen und sich die Schüler*innen somit in Paaren oder Dreiergruppen selbst beim Musizieren filmen können und niemand untätig bleibt.

Das Thema *Schwingungen und Wellen* eignet sich auch für eine größere Projektarbeit zwischen den Fächern Physik, Musikerziehung und Werken, wobei hier der Bau von (einfachen) Chladnischen Klangfiguren Thema sein kann.

Durch die Verbindung aller drei Fächer – (Technisches) Werken ist bei Burschen sehr beliebt – und dem Einsatz von digitalen Medien werden hier sowohl Mädchen als auch Burschen angesprochen. Zudem kann so ein relativ abstraktes Thema anschaulich und mit Bezug zur Lebenswelt der Jugendlichen gestaltet werden.

5.2.3 Physik und Werkerziehung

Wie in Kapitel 5.2.2 angedeutet und in Abbildung 6 ersichtlich, ist Werken bei den Schüler*innen, vor allem jenen aus Salzburg, wo der Mittelwert aus Technischem und Textilem Werken gebildet wurde und Werken gesamt den 2. Platz erreicht, sehr beliebt (vgl. Herbst et al., 2017).

Fritz (2020) hat dem Thema fächerübergreifender Unterricht zwischen Physik und Werkerziehung einen gesamten Artikel gewidmet, dem eine Vielzahl an praxistauglichen Beispielen zu entnehmen sind. Hier seien zwei Beispiele genannt, die sowohl für die Unterstufe als auch für die Oberstufe geeignet sind.

Eine Überschneidung der Lehrpläne der beiden Fächer findet sich im Themengebiet Aerodynamik. Im Physik-Lehrplan wird dieses in den Bereich *Der Traum vom Fliegen* (Lehrstoff 2. Klasse) eingeordnet (vgl. BBWF, 2020): Ziel ist es, dass die Schüler*innen unter anderem „die grundlegenden Vorgänge bei einer Ballonfahrt verstehen“ (ebd., S. 98) und „das „aktive“ Fliegen von beispielsweise [...] Flugzeugen auf Grund einfachster Modellvorstellungen verstehen“ (ebd., S. 98). Dazu könnte eine Aufgabe sein, dass die Kinder selbst nur mithilfe von Papier und Schnur ein rohes Ei sicher vom obersten Stockwerk des Schulgebäudes nach unten „fallen“ lassen müssen.

Außerdem können mit den Schüler*innen Drachenflieger oder Heißluftballone konstruiert werden (vgl. Fritz, 2020).

Eine weitere Gemeinsamkeit der beiden Fächer liegt im physikalischen Themengebiet Elektrizität. Im Unterstufenlehrplan finden sich diesbezüglich Überschneidungen in zwei Bereichen (vgl. BBWF, 2020): In *Elektrische Phänomene sind allgegenwärtig* (Lehrstoff 3. Klasse) und in *Elektrizität bestimmt unser Leben* (4. Klasse). Dabei geht es um das Kennenlernen und Verstehen einfacher Stromkreise bzw. der Funktionsweise von Elektromotoren.

In der Oberstufe finden sich diese Themen in den Bereichen *Grundlagen der Elektrizitätslehre* (Lehrstoff 6. Klasse) und *Elektrodynamik* (7. Klasse) wieder (vgl. BBWF, 2020). Zur Veranschaulichung der physikalischen Prinzipien können beispielsweise einfache Elektromotoren gebastelt oder einfache Schaltkreise gelötet werden. Außerdem können konkrete Anwendungsbeispiele hergestellt werden, wie zum Beispiel das Entwerfen von elektrischen Antrieben für Fahrzeugmodelle (vgl. Fritz, 2020). Auch das Sicherheitsbewusste Handeln im Umgang mit elektrischem Strom ist sowohl im Unterrichtsfach Physik als auch in Werken ein wichtiges Thema, das durch Kooperation der beiden Fächer anschaulich behandelt werden kann.

5.2.4 Physik und Bewegung und Sport

Das Unterrichtsfach Bewegung und Sport ist sowohl bei den Schweizer als auch bei den Salzburger Schüler*innen mit Abstand am beliebtesten (vgl. AWS, 2014; Herbst et al., 2017). Demzufolge kann eine Kombination von Bewegung und Sport und Physik am besten zu einer Interessensförderung an physikalischen Inhalten beitragen.

Im Physik-Lehrplan steht im Lehrstoff der 2. Klasse in *Die Welt, in der wir uns bewegen* die Behandlung von alltäglichen und sportbezogenen Bewegungsabläufen dezidiert festgeschrieben: „Ausgehend von unterschiedlichen Bewegungsabläufen im Alltag, im Sport, in der Natur bzw. in der Technik sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefer gehendes Verständnis der Bewegungsmöglichkeiten, der Bewegungsursachen und der Bewegungshemmungen von belebten und unbelebten Körpern ihrer täglichen Erfahrungswelt sowie des eigenen Körpers gewinnen“.

BBWF, 2020, S. 98

Auch im Oberstufen-Lehrstoff macht die Mechanik, die sich allgemein sehr gut für einen fächerübergreifenden Unterricht mit Bewegung und Sport eignet, einen Großteil der Inhalte (*Mechanik I* und *Mechanik II*, Lehrstoff 5.-7. Klasse) aus (vgl. BBWF, 2020, S. 184f).

Die Schüler*innen können in diversen Versuchen mechanische Prinzipien praktisch am eigenen Körper erfahren, beispielsweise die Impulsübertragung bei Ballwürfen oder das Trägheitsmoment beim „Sesseldrehen“. Verlegt man die praktischen Teile vom Klassenzimmer in die Turnhalle, eröffnen sich unzählige weitere Möglichkeiten: Beispielsweise kann die Zentripetal- und Zentrifugalkraft beim Turnen an den Ringen und am Hochreck erfahren werden (vgl. Schnur & Schwameder, 2014). Parallel dazu wird mit den Jugendlichen eine Diskussion über Scheinkräfte geführt, in die die praktischen Erfahrungen miteinfließen. Außerdem können auch hier wieder Slow Motion Videos angefertigt werden. Diesmal vom Basketballprellen oder Reuterbrett-Absprung. Die Videos werden anschließend einer qualitativen Analyse bezüglich Kraftübertragung und/oder Impulserhaltung unterzogen.

Abseits der Mechanik können im Bereich *Alle Körper bestehen aus Teilchen* (Lehrstoff 2. Klasse) die „Ursachen des Schwimmens, Schwebens und Sinkens von Körpern im Wasser“ (BBWF, 2020, S. 98) in der Schwimmhalle am eigenen Körper erprobt werden, indem beispielsweise die Wasserlage in verschiedenen Positionen (z.B. Rückenlage versus „Packerl“-Form) wahrgenommen wird.

Die Möglichkeiten eines fächerübergreifenden Unterrichts der genannten Fächer mit Physik sind vielfältig und bergen allesamt die Chance, dass Schülerinnen und Schüler den lebensweltlichen Bezug physikalischer Inhalte und deren Nutzen deutlicher erkennen und dass das eher schlechte Image der Physik verbessert werden kann.

6 Zusammenfassung und Fazit

6.1 Was Lehrpersonen tun können, um beide Geschlechter gleichermaßen anzusprechen

Eingangs wurde die Frage gestellt, weshalb sich verhältnismäßig wenige Frauen für ein Physikstudium entscheiden. Dies kann vielfältige Ursachen haben, wovon die in Kapitel 3 behandelten Gründe nachfolgend zusammenfassend aufgelistet sind:

- Mädchen haben oftmals ein geringeres Interesse am Schulfach als Burschen. Dies hängt häufig mit der Art des Unterrichts zusammen.

Schülerinnen ist es noch wichtiger als ihren männlichen Kollegen, das Gelernte in Bezug zur Alltagswelt setzen zu können. Fehlt dieser Alltagsbezug, finden sie das Fach wenig bis gar nicht interessant (vgl. u.a. Herbst et al., 2017; Stadler, 2010; Strahl, 2018).

- Junge Frauen fühlen sich durch das wahrgenommene Image eines Physik-Studiums bzw. -Berufs oft abgestoßen. Die stereotyp mit Physik verbundenen Werte entsprechen in vielen Fällen nicht ihren Zielen und Vorstellungen des eigenen Berufslebens (vgl. u.a. Brovelli, 2017; Jansen, 2015; Jansen et al., 2015; Kessels, 2005; SKBF, 2003).
- Externale Faktoren wie eine geringe Unterstützung bzw. Förderung in Physik vonseiten der Eltern und/oder der Lehrperson oder fehlende Vorbilder beeinflussen das physikbezogene Selbstkonzept und Interesse negativ (vgl. AWS, 2014; Kosuch, 2010; SKBF, 2003).
- Generell weisen Mädchen ein signifikant schwächeres Selbstkonzept in Bezug auf Physik und Technik auf als Burschen. In Folge dessen trauen sie sich in diesen Bereichen weniger zu und ziehen deshalb kein Physikbezogenes Studium in Erwägung (vgl. Arztmann et al., 2018; AWS, 2014; Blickenstaff, 2005; Brovelli, 2017; Jansen, 2015; Kosuch, 2010; SKBF, 2003; Stadler, 2010).

Was können Lehrpersonen in ihrem Unterricht also unternehmen, um Stereotype in der Physik und die eigenen, oft unbewussten Vorurteile zu minimieren?

In erster Linie ist es wichtig, dass Lehrkräfte im Allgemeinen, aber vor allem jene in Physik, ihre eigenen Handlungsstrategien bezüglich des unterbewussten Vermittelns von Geschlechter- bzw. auch herkunftsbezogenen Stereotypen hinterfragen (vgl. Arztmann, 2018).

Um auch Mädchen für das Unterrichtsfach Physik zu begeistern, gilt es außerdem den Unterrichtsinhalt auf eine auch für Schülerinnen interessante Weise vorzubringen (vgl. OECD, 2015; Wodzinski, 2010). Dies kann beispielsweise durch einen fächerübergreifenden Unterricht mit Fächern, die Schülerinnen tendenziell mehr interessieren, geschehen. Ein positiver Nebeneffekt dabei ist, dass sich das Interesse physikbegeisterter Schüler auch in dem anderen Fach erhöhen kann. Zudem können Stereotype in beide Richtungen abgebaut werden. Abgesehen davon, kann durch einen generell lebensweltbezogenen Unterricht das Interesse der Mädchen – und vermutlich zugleich auch das der Burschen – erhöht werden (vgl. u.a. Stadler, 2010).

Außerdem ist es von Vorteil Lernmaterialien zu verwenden, die auch Schülerinnen ansprechen – kurz: Die Art des eigenen Unterrichtens und damit einhergehende Lehr- und Lernformen sollten für beide Geschlechter ansprechend gestaltet werden (vgl. Arztmann, 2018; OECD 2015, Wodzinski, 2010). Da jede Person unterschiedlich ist und andere Lernweisen bevorzugt, bietet sich diesbezüglich einmal mehr die Reflexion der Unterrichtsmethoden gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern jeder Klasse an.

6.2 Was fächerübergreifender Physikunterricht dazu beitragen kann

Wie bereits in Kapitel 7.1 dargelegt, ist fächerübergreifender Unterricht dazu in der Lage das Interesse an den einzelnen Unterrichtsfächern zu steigern – sowohl bei Mädchen als auch bei Burschen (vgl. u.a. BBWF, 2020; Stadler, 2010). Abgesehen davon, kann fächerübergreifender Unterricht noch weitere Dinge bewirken:

- Durch fächerübergreifenden Physikunterricht kann der Mehrwert von Physik für die Gesellschaft verdeutlicht werden, was unter anderem nach Stadler (2010) und Jansen (2015) vor allem vielen weiblichen Schülerinnen ein Anliegen ist.
- Auch ein, den Schüler*innen zuvor unbekannter, persönlicher Nutzen von Physik kann ihnen durch fächerübergreifenden Unterricht vor Augen geführt werden.
- Außerdem kann das Selbstkonzept der Jugendlichen durch alternative Zugänge gefördert werden.
- Fächerübergreifender Unterricht kann auch jene Kinder miteinbeziehen, die rein physikalischen Inhalten wenig bis nichts abgewinnen können.

Dies sind nur ein paar Vorteile, die fächerübergreifender Physikunterricht bringen kann. Während des Schuljahrs wird jedoch nicht ständig ein *Fächerübergreif* möglich sein. Auch die Sinnhaftigkeit einer durchgehenden Kooperation, was schlussendlich zu einem Auflösen des traditionellen Fächerkanons führen würde, bedarf anderorts sicherlich eingehender Diskussionen. Um das männliche Image des Physik- bzw. MINT-Bereichs auch im Regelunterricht abzubauen, sollten gewillte Lehrpersonen die in Kapitel 7.1 zusammengefassten Punkte beachten.

Durch die vorgestellten Handlungsempfehlungen und zahlreiche weitere Maßnahmen kann die Chance erhöht werden, die vorherrschenden Stereotype im Unterrichtsfach Physik abzubauen und somit dieselben Voraussetzungen für eine Karriere in besagten Berufsfeldern für Frauen und Männer gleichermaßen zu schaffen.

7 Literatur

- Abteilung Gleichstellung und Diversität der Universität Wien (AGD) (2018). Studium und Doktorat. In: Universität Wien (Hrsg.), *Gender im Fokus*, 6, 20–45.
- Akademien der Wissenschaften Schweiz (AWS) (2014). MINT-Nachwuchsbarometer Schweiz: Das Interesse von Kindern und Jugendlichen an naturwissenschaftlich-technischer Bildung. *Swiss Academy Reports*, 9(6).
- American Association of University Women (AAUW) (2015). *Solving the equation: The variables for women's success in Engineering and Computing*.
- Arztmann, D., Amon, H., Korenjak, P., Müllner, B. & Oschina, C. (2018). *Gender_Diversität Handreichung: Gender- und Diversitätskompetentes Handeln im Unterricht*. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Wien: IMST Gender_Diversitäten Netzwerk.Blickenstaff, J. C. (2005). Women and science careers: Leaky pipeline or gender filter? *Gender and Education*, 17(4), 369–386. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09540250500145072> (26.12.2020)
- Brovelli, D. (2017). *Leistungs- und Interessensunterschiede von Mädchen und Jungen als Herausforderung für den Unterricht in MINT-Fächern*. Luzern: PH Luzern. https://www.tecladies.ch/fileadmin/user_upload/documents/02_Themen/07_Technik-Bildung/Swiss_Tecladies/MINT_und_Gender_2017_Brovelli.pdf (25.11.2020)
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BBWF) (2020). Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 14. November 1984 über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen (i.d.F.v. 26.11.2020). <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568#header> (26.11.2020)
- Criado-Perez, C. (2019). *Invisible Women: Exposing data in a world designed for men*. London: Penguin Random House UK.
- Fritz, M.-C. (2020). Physik und Handwerk: Gemeinsamkeiten der Unterrichtsfächer „Physik“ und „Technisches und textiles Werken“ und ihr didaktisches Potential. *Delta Phi B*, 6. http://physikdidaktik.info/index.php/Delta_Phi_B_2020 (30.11.2020)
- Herbst, M., Fürtbauer, E. & Strahl, A. (2016). *Interessensforschung Physik: Die Salzburg-Studie* [DPG-Tagung]. Universität Salzburg. <http://phydid.physik.fuberlin.de/index.php/phydid-b/article/viewFile/682/876> (30.10.2020)
- Herbst, M., Hochwarter, M. G. & Strahl, A. (2017). *Interesse an Physik in Salzburgs Neuen Mittelschulen* [Frühjahrstagung Dresden]. Universität Salzburg, School of Education. <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/787/931> (30.10.2020)
- Heyder, A., Steinmayr, R. & Kessels, U. (2019). Do teachers' beliefs about math aptitude and brilliance explain gender differences in children's math self-concept? *Frontiers in Education, Section Educational Psychology*, 4(34). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/educ.2019.00034/full> (07.12.2020)
- Jansen, M. C. (2015). *Akademische Selbstkonzepte in den naturwissenschaftlichen Fächern: Ausdifferenzierung, Geschlechtsunterschiede und Effekte dimensionaler Vergleiche* [Dissertation]. Berlin: Humboldt-Universität Berlin. <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/17757> (16.11.2020)
- Jansen, M. C., Schroeders, U. & Lüdtkke, O. (2014). Academic self-concept in science: Multidimensionality, relations to achievement measures, and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 30, 11–21.
- Kessels, U. (2005). Fitting into the stereotype: How gender-stereotyped perceptions of prototypic peers relate to liking for school subjects. *European Journal of Psychology of Education*, 20(3), 309–323
- Kosuch, R. (2010). Selbstwirksamkeit und Geschlecht: Impulse für die MINT Didaktik. In D. Kröll (Hrsg.), *Gender und MINT: Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium. Tagungsband zum Fachtag am 15.02.2010* (S. 12–36). Kassel: Kassel University Press GmbH.
- Kröll, D. (Hg.). (2010). *Gender und MINT: Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium. Tagungsband zum Fachtag am 15.02.2010*. Kassel: Kassel University Press GmbH.
- OECD (2015). Girl's lack of self-confidence: Chapter 3. In OECD (Hrsg.), *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behavior, Confidence, PISA* (S. 63–95). Paris: OECD Publishing. https://read.oecd-ilibrary.org/education/the-abc-of-gender-equality-in-education/girls-lack-of-self-confidence_9789264229945-6-en#page35 (29.12.2020)
- OECD (Hrsg.) (2015). *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behavior, Confidence, PISA*. Paris: OECD Publishing. <http://www.oecd.org/berlin/publikationen/the-abc-of-gender-equality-in-education.htm> (29.12.2020)
- Sator, A. (2020). Erklär mir Gleichstellung in der IT, Gerti Kappel. In: *Erklär mir die Welt*. Folge 116 [Podcast]. <https://open.spotify.com/show/0BV0lazv8YGfN-Uhv5uZfWq?si=4uK1Pfb1QWmfF9NuVxbmmw> (16.11.2020)
- Schnur, A. & Schwameder, H. (2014). *Praxisorientierte Biomechanik im Sportunterricht: Vom Tun zum Verstehen. Körperbildung und Sport: Bd. 18*. Schorndorf: Hofmann-Verlag.
- Schweizer Koordinationsstelle für Bildungsforschung (SKBF) (2003). *Keine Lust auf Mathematik, Physik, Technik? Mathematik, Naturwissenschaften und Technik attraktiver und geschlechtergerecht gestalten. Trendbericht: Bd. 6*. Aarau.
- Siepermann, M. (2020). *Gabler Wirtschaftslexikon: Definition Kollektive Intelligenz*. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/kollektive-intelligenz-51851> (23.10.2020)
- Stadler, H. (2010). Konsequenzen aus TIMSS und PISA für einen geschlechter-gerechten Physikunterricht. In D. Kröll (Hrsg.), *Gender und MINT: Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium. Tagungsband zum Fachtag am 15.02.2010* (S. 52–65). Kassel: Kassel University Press GmbH.
- Strahl, A. (2018). *Fachdidaktik der Naturwissenschaften unter besonderer Berücksichtigung der Physik* (2. Aufl.). Norderstedt: Books on Demand.
- Strahl, A., Jaromin, J. & Müller, R. (2014). *Gender in Physik-Schulbüchern: Entwicklung eines Codierschemas und Anwendung auf zehn Schulbücher* [Frühjahrstagung Frankfurt]. Universität Salzburg, School of Education; Technische Universität Braunschweig.

- <http://www.strahl.info/veroeffentlichungen.php>
(07.12.2020)
- Suchan, B. & Lindemann, R. (2020). *TIMSS 2019: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Österreich und im internationalen Vergleich* [Erstbericht]. <https://www.igs.gv.at/downloads/internationale-studien/timss/timss-2019>
(22.12.2020)
- Taconis, R. & Kessels, U. (2009). How choosing science depends on students' individual fit to the "science culture". *International Journal of Science Education*, 31(8), 1115–1132.
- Technische Universität Wien (TU Wien) (2020). *Die TU Wien in Zahlen: Studierende*. <https://www.tuwien.at/tuwien/ueber-die-tuw/zahlen-und-fakten/> (29.10.2020)
- Universität Wien (2020). *Zahlen, Daten & Publikationen*. <https://www.univie.ac.at/ueber-uns/auf-einen-blick/zahlen-daten-broschueren/> (30.11.2020)
- Wodzinski, R. (2010). Mädchen, Frauen und Physik: Wie kann Unterricht Einfluss auf das Interesse von Mädchen an Physik nehmen? In D. Kröll (Hrsg.), *Gender und MINT: Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium. Tagungsband zum Fachtag am 15.02.2010* (S. 37–51). Kassel: Kassel University Press GmbH.