



MINT-Schwerpunkte in der Sekundarstufe 1

Unter Berücksichtigung von Gender & Diversität

Eine Synthese internationaler Good-Practice-Beispiele

**Ein Bericht vom IMST-Gender_Diversitäten-Netzwerk
in Kooperation mit dem AECC Biologie**

Heidemarie Amon, Ilse Bartosch, Hannah Fietz, Bernhard Müllner, Ilse Wenzl

Im Auftrag von: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
Sektion I – Allgemeinbildung und Berufsbildung
Abteilung I/5 – Allgemein bildende Pflichtschulen

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
1 Begriffsklärung MINT vs. STEM	2
2 MINT in der Schule.....	3
2.1 Ziele einer MINT-Schule	3
2.2. Ziele von MINT-Unterricht	4
2.3 Angebote neben dem Lehrplan im Bereich MINT	5
2.4 Frauen und Mädchen im MINT-Bereich: Symptome und strukturelle Ursachen	6
3 Praxisbeispiele: Konkrete „Good Practice“ Umsetzung	8
3.1.Forschungsergebnisse.....	8
3.2 Lehrplan und Stundentafeln	9
3.3 Notwendige Ressourcen	11
3.4 Kooperationen	12
4 MINT-Schwerpunkte für Mädchen	14
4.1 MINT-Unterricht – fachdidaktisch fundierte Unterrichtsentwicklung.....	15
4.2 Projekte in authentischen Kontexten	16
4.3 Lehrer*innenfortbildung und Schulentwicklung	17
4.4 Elternarbeit	17
4.5 Berufsorientierung.....	18
5 ZUSAMMENFASSUNG.....	20
6 Quellenverzeichnis.....	21

Einleitung

Der Bereich der Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) ist in den letzten Jahrzehnten in den österreichischen Schulen deutlich in den Vordergrund gerückt und auch innerhalb der EU gibt es diesbezüglich immer mehr Förderprojekte und Interesse (Wong, Dillon und King, 2016). Die Implementierung und Stärkung der MINT-Fächer ist an einer immer größer werdenden Zahl von Schulen ein wichtiges Thema, sei es aufgrund der engen Verknüpfung zur Lebenswelt der Schüler*innen, der gesellschaftlichen Relevanz oder auch ihrer politischen Bedeutung im Hinblick auf wirtschaftliche Prosperität. Das wachsende Interesse an MINT (im englischsprachigen Raum üblicherweise als STEM bezeichnet) verlangt auch nach wissenschaftlich fundierten Begleitstudien, um die Konzepte sinnvoll und nachhaltig umsetzen zu können (Li et al, 2020), damit sich mehr Akteur*innen für diesen Bereich interessieren und dadurch die Schieflage in der Partizipation verringert wird.

In Österreich und Deutschland waren vor allem PISA und TIMSS dafür verantwortlich, das Thema Mathematik und in weiterer Folge MINT in die politische Diskussion zu holen, da hier klarer Nachholbedarf aufgezeigt werden konnte (Seidel et al, 2016). Da wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass Defizite in schulischen Lehrplänen und in deren Umsetzung im Unterricht vorliegen, wurden Veränderungen gefordert. Insbesondere geht man davon aus, dass ein Unterricht, der deutliche Anteile an praktischen Elementen wie etwa Experimente enthält oder Bezüge zur Schüler*innen-Alltagswelt aufzeigt, das Interesse der Schüler*innen an Naturwissenschaften steigert (Rosemann, 2015). Die Schaffung einer nachhaltigen MINT-Bildung soll jedoch nicht rein darauf fokussieren, Testergebnisse für die Langzeitstudien wie PISA und TIMSS zu verbessern, sondern darüber hinaus die Bildung und das Interesse der Schüler*innen zu fördern, um sie zu befähigen, rational begründet zu demokratischen Entscheidungen beizutragen.

Für diesen Bericht wurden zahlreiche Quellen aus unterschiedlichen Ländern analysiert und zusammengeführt. Der vorliegende Bericht stellt eine umfassende Synthese der wichtigsten Forschungsergebnisse zum Thema dar. Bevor mit der Skizzierung eines möglichen Lehrplans begonnen werden kann, ist es zentral, einige einleitende Fragen und Begriffe zu klären.

1 Begriffsklärung MINT vs. STEM

Der Begriff STEM wird im englischsprachigen Raum nicht einheitlich verwendet. STEM steht nicht nur für 'Science, Technology, Engineering and Mathematics' sondern in gewissen Kontexten auch für 'Medicine' (Wong, Dillon und King 2016). Der Begriff MINT im deutschsprachigen Raum ist ebenfalls ein Akronym für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik. Er wird meist verwendet, wenn es in der Bildungspolitik um Inhalte von Lehrplänen für Schulen geht und insbesondere dann, wenn es um die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit eines Landes durch die Förderung von Naturwissenschaft und Technologie geht. Die ursprünglichen Gründe für das Zusammenführen der Fächer Naturwissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik sind unklar. Auch der britische STEM-Direktor formulierte sein Unverständnis für die Zusammenführung der Fächer wie folgt: *'Whatever may have led us to cluster these subjects together, it cannot be their similarities, because they have few'* (Holman, 2011 zitiert in Wong, Dillon und King, 2016 S. 2347). Unklarheit bezüglich der genauen Zielsetzung und Absicht von STEM/MINT-Programmen rührt nicht zuletzt daher, dass sie häufig nicht in Hinblick auf Bildungs-, sondern Wirtschaftsprogramme kreiert werden (Williams, 2011, zitiert in Wong, Dillon und King, 2016). Die Betonung, dass der naturwissenschaftliche Unterricht wichtig für die Wettbewerbsfähigkeit von Ländern ist, wirft die Frage auf, ob Bildung der Wirtschaft dienen muss. Bybee (2010) schlägt vor, dass in Schulen, selbst wenn der Begriff MINT verwendet wird, damit nur

Naturwissenschaft und Mathematik gemeint ist. Das "T" ist für viele problematisch und es gibt verschiedene Interpretationen darüber, was Technologieerziehung in einem Bildungskontext bedeutet. Im Schulkontext verbindet man damit oft nur den Einsatz von Computern (Bybee, 2010, Honey, Peason & Schweingruber, 2014, zitiert in Wong, Dillon und King, 2016).

Diese Überlegungen gilt es auch bei der Gestaltung eines MINT-Schwerpunkts für österreichische Schulen zu berücksichtigen. Die in der Sek 1 für MINT relevanten Fächer sind Mathematik sowie die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik. Was ist die Absicht einer MINT-Schwerpunktschule und wie kann sichergestellt werden, dass alle MINT-Aspekte gleichberechtigt abgebildet werden, anstatt, überspitzt formuliert, einfach mehr Mathematik und NAWI-Stunden zu fordern und dies als „MINT-Schule“ zu deklarieren (Wong, Dillon und King, 2016)? Zusätzlich zu fachlichen und überfachlichen Aspekten im MINT-Unterricht sollten außerdem theoretische und anwendungsbezogene kreative und sprachliche Komponenten integriert werden, wie das auch in der Erweiterung des STEM-Konzepts zu STEAM (inklusive „Art“) gefordert wird.

Die Untersuchung der Geschichte des STEM Programms in England von Wong, Dillon und King (2016) zeigt, dass es wichtig ist, die Konsequenzen und Ergebnisse bildungspolitischer Entscheidungen und Lobbyarbeit sowie nachfolgender Lehrplaninnovationen umfassend zu untersuchen, um deren Auswirkungen zu verstehen. Diese Studie zeigt nämlich, dass dadurch zwar die Anzahl der jungen Männer aus dem Bildungsbürgertum in den MINT-Fächern erhöht wurde, nicht jedoch die Anzahl der Frauen, der Angehörigen ethnischer Minderheiten oder der Anteil der Jugendlichen, die aus bildungsfernen Schichten stammen. Obwohl etwa immer wieder empfohlen wurde, fächerübergreifend zu arbeiten, gibt es weder Forschungsergebnisse darüber, wie das erfolgen soll, noch ob das Herstellen von expliziteren Zusammenhängen zwischen den Fächern das Lernen bzw. die Leistungen der Schüler*innen wirklich fördert. Die Suche nach Verbesserungsmöglichkeiten für das sogenannte Naturwissenschaftskapital wird nämlich primär als Mittel zur Erzielung einer größeren Beteiligung am Wirtschaftswettbewerb gesehen. Die Ideale des naturwissenschaftlichen Unterrichts für alle und einer sozialen Gerechtigkeit wurden damit im Vereinigten Königreich nicht erfüllt (Wong, Dillon und King, 2016). Auch wenn die Steigerung von MINT-Fachkräften oftmals als Priorität gesehen wird, sollte nicht auf die gesellschaftspolitische Aufgabe der Chancengleichheit vergessen werden.

2 MINT in der Schule

2.1 Ziele einer MINT-Schule

Welche Zielsetzung wird konkret mit der Schaffung einer „MINT-Schule“ mit einem „MINT-Lehrplan“ verfolgt? Die Antwort auf diese Frage ist zentral für die Gestaltung der Schulform:

- MINT soll Lernprozesse für Kinder und Jugendliche greifbarer und ansprechender machen sowie zu mehr Autonomie, Bildung und Gestaltungsmöglichkeiten im Leben führen.
- Darüber hinaus sollen die Absolvent*innen, gerade Mädchen und junge Frauen (vor allem auch jene aus bildungsbenachteiligten und nicht MINT-affinen Elternhäusern) dazu ermutigt werden, MINT-Berufe als Option zu sehen.

Aktuell werden MINT-Fächer oft von kreativen Fächern abgegrenzt. Wie bereits erwähnt, wird im Rahmen eines integrativen MINT-Unterrichts auch die Einbindung anderer Fachbereiche wie etwa Technisches Werken, Bildnerische Erziehung und Design zu einem erweiterten „STEAM“-Konzept gefordert.

2.2. Ziele von MINT-Unterricht

Neben dem familiären Umfeld ist der MINT-Unterricht der zentrale Ort nicht nur für den Erwerb und die Förderung mathematisch-naturwissenschaftlicher Kompetenzen, sondern auch für das Erleben von Freude und das Herausbilden von Interessen. Um möglichst vielen Schüler*innen individuell passende Lernangebote machen zu können, muss die Lernsituation differenzierend angelegt sein - siehe dazu auch Barzel, Büchter und Leuders, 2007 (Rüsing, Voigt, Reeker, 2020).

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den MINT-Unterricht besonders zu machen und damit möglichst viele Schüler*innen zu erreichen (Müller, Krainer, Haidinger, 2013; Seidel et al, 2016).

- Die Konzeption zeitlich ausgedehnter, fächerübergreifender Blöcke. Damit haben Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit ein Phänomen aus verschiedenen fachlichen Blickwinkeln zu untersuchen.
- Raum zum Experimentieren bzw. Forschenden Lernen.
- Kooperative Lernformen nutzen und dadurch abwechslungsreich gestalten.
- Nutzung des „Werkunterrichts“, um das theoretisch erarbeitete Wissen aus den MINT-Fächern in einem fächerübergreifenden Ansatz technisch umzusetzen.
- Einsatz digitaler Medien, um dadurch den Lebensweltbezug näherzubringen.
- Offener und handlungsorientierter Unterricht, da das Prinzip der Selbsttätigkeit und das Erfahren eigener Wirksamkeit zentral für die Kompetenz- und Interessensentwicklung sind.
- Findet an verschiedenen Lernorten statt (Lernorte sind neben den Klassenräumen Labors, Werkstätten, Bibliotheken, Museen, Lernressource-Zentren mit IT-Unterstützung, Unternehmen usw.)
- Lernförderungen im MINT-Bereich durch die Kooperation mit Betrieben und Forschungseinrichtungen.

In der Fachdidaktik gelten folgende Aspekte als zentral, um die Akzeptanz, aber auch die Leistungen der Lernenden zu steigern:

- Rekonstruktion der zentralen Konzepte eines Fachs vor dem Hintergrund der Vorstellungen der Lernenden (didaktische Rekonstruktion) statt Vermittlung detailreichen Faktenwissens.
- Orientierung des Unterrichts an den Alltagserfahrungen und den Interessen der Schüler*innen.
- Teaching for understanding: Der Unterricht wird durch geeignete Maßnahmen der Differenzierung so gestaltet, dass es allen Schüler*innen gelingt, ein fachliches Konzept in seinen Grundzügen zu erschließen und seine kontextuelle Bedeutung zu kennen.
- Die Unterrichtsgestaltung ist reich an Gelegenheit zur kognitiven Aktivierung (Minds on statt Hands on)
- Im Unterricht wird Raum für unterschiedliche Zugänge zum Wissen sowie unterschiedliche Darstellungsebenen des Wissens gegeben (Leisen, 2015; Prediger, 2013)
- Fachbezogene Kommunikation hat hohen Stellenwert
- Zentrales Steuermittel für den Unterrichtsprozess ist formatives Feedback
- Auseinandersetzung mit gesellschaftlich bedeutsamen Kontexten mit Bezug zu den Naturwissenschaften, sogenannten „Socio Scientific Issues“ (SSI) (z. B. Probleme im Kontext des Klimawandels oder der Gentechnik), die allgemeine Problemlösefähigkeiten, naturwissenschaftliches Verständnis, kritisches Denken sowie wertebezogene Zugangsweisen erfordern.

Eine so gestaltete Auseinandersetzung mit MINT trägt nicht nur zu einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (scientific literacy) bei, sondern zielt auch auf die Ermöglichung zur Teilhabe an gesellschaftlichen Prozessen und Diskursen unter Anwendung naturwissenschaftlicher Kompetenzen ab (Fischler, Gebhard, & Rehm, 2018).

Der Unterricht (insbesondere in der Unterstufe) hat neben dem Elternhaus zwar eine wichtige Bedeutung für die zukünftige Berufswahl (Kang et al., 2019), allerdings hängen Interesse, Leistung und Berufsentscheidung nicht in eindeutiger Weise zusammen. So hängt etwa die Fachleistung nicht nur vom Interesse, sondern insbesondere auch von der Anstrengungsbereitschaft ab (Krapp, 1992). Darüber hinaus interessiert sich eine Reihe von Schüler*innen für die MINT-Fächer und sind auch bereit, Schulen mit MINT-Schwerpunkten zu besuchen, ohne dass sie sich dann auch für einschlägige Bildungs- und Berufswege entscheiden.

Was den Zusammenhang zwischen Unterricht und Berufswahl betrifft, herrscht mittlerweile international darüber Einigkeit, dass junge Männer und Frauen nur dann einen naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen, wenn ihr zukünftiges Selbstbild mit dem Bild, das sie von Personen haben, die in diesem beruflichen Feld reüssieren, korrespondiert (Hannover & Kessels, 2004; Kessels & Hannover, 2006; Schreiner & Sjøberg, 2007). Passt die individuelle Vorstellung vom eigenen zukünftigen Selbst nicht zu diesen prototypischen Vorstellungen, so wird das entsprechende Berufsfeld auch nicht in die individuelle Berufsentscheidung miteinbezogen.

2.3 Angebote neben dem Lehrplan im Bereich MINT

Eine Reihe von Untersuchungen weist auf die Bedeutung von niederschweligen informellen MINT-Lernorten für Interesse und Leistung, aber auch für die Berufsentscheidung (Kang et al., 2019) hin. Gemeint sind damit niederschwellige – betreute – „offene Klassenräume“ (Independent Classroom STEM Learning Center, zit. nach Hudson et al., 2020), Lernwerkstätten oder Science Clubs, in denen Schüler*innen betreut, aber eigenverantwortlich in Kooperation mit anderen Schüler*innen arbeiten können¹. Angebote wie Technische Museen, Science Center oder Kinderunis erfüllen diese Aufgabe aber nur eingeschränkt, wenn sie nur auf das Bildungsbürgertum ausgerichtet sind. Die breite Gruppe von Jugendlichen, die nicht dieser sozialen Schicht angehört, fühlt sich dort eher deplatziert (Dawson, 2017).

Angebote für Schüler*innen:

- Bundesweite Jugendwettbewerbe sprechen Kinder und Jugendliche auf ganz unterschiedlichem Niveau an. Es gibt für nahezu jede Altersstufe und jedes Interesse im MINT-Bereich experimentell wie auch theoretisch ausgerichtete Wettbewerbe, die die Faszination an der Forschung und den Spaß an der Wissenschaft wecken.
(https://www.begabungslotse.de/sites/default/files/files_migrated/perspektive-mint-wegweiser-fuer-mint-foerderung-und-karrieren.pdf)
- MINT-EC - Das nationale Excellence-Schulnetzwerk (<https://www.mint-ec.de/mint-ec/ueberuns/>, ist dem österreichischen MINT-Gütesiegel ähnlich)
- mehrtägige Veranstaltungen für Schülerinnen und Schüler (z. B. Citizen Science) in Kooperation mit Schulen, Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen
- Alumni-Netzwerk für ehemalige MINT-EC-Schülerinnen und Schüler
- Wahlpflichtangebote

¹ Ein Ort, wo diese Ziele verfolgt werden, ist der Wissensraum des Science-Center-Netzwerks in Wien Margareten (<https://www.science-center-net.at/>)

- Profilbildung, Intensivierungsstunden und Angebote zur Berufsorientierung Angebote für Lehrer*innen und Schulleitung
- MINT-EC ist das nationale Excellence-Netzwerk von Schulen mit Sekundarstufe II und hervorragendem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Schulprofil. Ziel ist es, die Leuchtturm-Schulen bei ihrer Entwicklung zu MINT-Talentschmieden mit hochkarätigen Angeboten für Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte und Schulleitungen zu fördern.
- MINT400 - Das Hauptstadtforum als größte Netzwerkveranstaltung für Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte
- Schulleitertagungen und -trainings zu Schulmanagement und Schulentwicklung
- Fachtagungen und Fortbildungen für Fachlehrkräfte
- Fachvertiefende interdisziplinäre Themencluster für Schulleitungen und Lehrkräfte
- Pilotprojekt HPI Schul-Cloud: Entwicklung einer digitalen Lehr- und Lernplattform unter Einbezug der MINT-EC-Schulen
- Zertifikate: MINT-freundliche Schule sowie das bereits bestehende MINT-Gütesiegel
- Angebote aus Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), z. B. ÖKOLOG

2.4 Frauen und Mädchen im MINT-Bereich: Symptome und strukturelle Ursachen

Mathematik, Physik und Technik sind Fachbereiche für Burschen, das ist ein gängiges Vorurteil, das in Österreich vorherrschend ist und auch weltweit zur geringen Beteiligung von Frauen im Feld der naturwissenschaftlich-technischen² Berufe führt. Das spiegelt sich auch in den statistischen Zahlen im Hinblick auf die Wahl des Lehrberufs und die Schulwahl österreichischer Jugendlicher wieder. Allerdings weisen die Daten der Statistik Austria (2021a) auch darauf hin, dass das Interesse junger Frauen an Physik, Informatik und Technik durchaus vorhanden ist, die Entscheidung für eine einschlägige Bildungslaufbahn aber erst später – nämlich nach der Matura – fällt.

Ein genauerer Blick auf die statistischen Daten zeigt, dass deutlich mehr Mädchen als Burschen nach der Mittelschule eine weiterführende Schule besuchen und zwar insbesondere Schulen, die mit einer Matura abschließen (Statistik Austria, 2021b). (Ein ähnliches Bild zeigt sich nach der Polytechnischen Schule). Auch ihre Persistenz in den weiterführenden Schulen ist höher³. Fällt die Wahl nicht auf eine allgemeinbildende Schule, so wählen junge Frauen Schulen mit technischem Schwerpunkt eher stereotyp ab. Das heißt, die im internationalen Vergleich frühe Entscheidung für eine einschlägige Berufsausbildung sowie die große Bedeutung des österreichischen berufsbildenden Schulwesens führen dazu, dass junge Frauen sehr früh Mathematik und Naturwissenschaften abwählen und damit aber auch in ihren Kompetenzen zurückfallen. Darauf weist etwa auch der Nationale Bildungsbericht 2012 hin und bemängelt gleichzeitig, dass „die Nachteile [der österreichischen Besonderheiten der Berufsbildung] in den bestehenden Diskursen nicht oder unzureichend wahrgenommen werden“ (Lassnigg, 2012, p. 316). Dies zeigen die Ergebnisse internationaler Leistungsvergleichsstudien wie etwa PISA,

² Hier soll bewusst der Begriff MINT differenzierter betrachtet werden, weil sich die ungleiche Beteiligung von Männern und Frauen letztlich auf die Bereiche von Physik, Informatik und Technik beschränkt. Betrachtet man Berufe, für die chemisches bzw. biologisches Wissen bedeutsam ist, so ist die Datenlage in Abhängigkeit von Staaten aber auch konkreten Teilbereichen uneinheitlich. Mathematik hat viele Facetten, wobei in österreichischen allgemeinen Schulen tendenziell Mathematik eher im Kontext von Physik und Technik gesehen wird und weniger im Hinblick auf ihre Anwendungen im Bereich der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften.

³ Insgesamt lässt sich beobachten, dass weniger Schüler*innen mit Deutsch als Zweitsprache eine weiterführende Schule wählen, insbesondere solche Schulen, die mit Matura abschließen. Allerdings sind die Unterschiede weniger groß als zwischen den Geschlechtern. Inwiefern es Unterschiede zwischen Burschen und Mädchen in dieser Gruppe gibt, lässt sich in den Quellen der Statistik Austria nicht ablesen.

die insbesondere in Physik eine international auffällig große Differenz zwischen Mädchen und Burschen aufweisen. Ein Teil dieser Differenz lässt sich nämlich durch die strukturellen Besonderheiten des österreichischen Schulsystems erklären: Je nach Schultyp (männerdominierte HTL versus frauen-dominierte HLW) ist die Intensität des Mathematikunterrichts, aber auch die Intensität und Schwerpunktsetzung des Naturwissenschaftsunterrichts in Stufe 9 und 10 im Vergleich zu jenen Ländern, wo die allgemeine Schulpflicht erst nach Stufe 10 endet, sehr unterschiedlich.

Allerdings streben selbst Schülerinnen, die im Kompetenzbereich physikalische Systeme zu den Besten gehören, wesentlich seltener einen physikintensiven Beruf an als Burschen (und zwar nicht nur in der Spitzengruppe, sondern auch in mittleren Kompetenzstufen). Somit besteht die Gefahr, dass „aufgrund dieser geschlechtsstereotypen Berufsaspirationen [...] nicht die am besten geeigneten Jugendlichen für MINT-Berufe gewonnen werden können“ (Salchegger, Glaeser, & Pareiss, 2019, S. 366). Diese Geschlechterdisparität ist in Österreich im Ländervergleich besonders stark ausgeprägt und wesentlich deutlicher als in der Biologie, wo zwar die Mädchen besser abschneiden, aber auch öfter einen biologiebezogenen Beruf ergreifen.

Die Daten der Statistik Austria (2021c) zeigen allerdings auch, dass viele der Frauen, die eine einschlägige Ausbildung im postsekundärem Bereich absolvieren, nur im eingeschränkten Ausmaß auch einen entsprechenden Beruf ergreifen.

Die Ursachen, warum Frauen selbst bei hohen einschlägigen Kompetenzen sich gegen eine MINT-Laufbahn entscheiden, sind vielfältig:

- die (intrinsische) Motivation für eine einschlägige MINT-Ausbildung fehlt (Aeschlimann, Herzog, & Makarova, 2015)
- Frauen können sich nicht mit Physik und Technik identifizieren, weil diese als „quintessentiell maskuline“ Berufsfelder gesehen werden (Becky et al., 2017) und daher mit ihren von geschlechterstereotypen Vorstellungen eines beruflichen Selbst nicht übereinstimmen.
- Unklare MINT-Berufsbilder: soziale Aspekte werden nicht mit MINT-Fächern (Ausnahme Biologie) assoziiert (Aeschlimann et al., 2015)
- Fehlende Anerkennung der MINT-Kompetenzen der Mädchen durch die bedeutsamen Anderen (Lehrkräfte, Eltern, Peers): Das Interesse und die Kompetenzen der Frauen im MINT-Feld werden aufgrund der von Geschlechterstereotypen geprägten Erwartungen von den bedeutsamen Anderen nicht anerkannt (Hazari, Sonnert, Sadler, & Shanahan, 2009).
- Die starke Geschlechtersegregation in der Sekundarstufe 2 (Salchegger et al., 2019, p. 376) geht mit eingeschränkter Bildung in den Fächern Mathematik, Physik, Chemie und Informatik einher. Das betrifft jene Schultypen, die bevorzugt von jungen Frauen gewählt werden.
- Gesellschaftliche Hürden⁴: Gängige stereotype gesellschaftliche Erwartungen an Frauen prägen deren Werte, Ziele und Handlungen und stehen im Widerspruch zum erwarteten maskulinen Lebensstil und den maskulinen beruflichen Traditionen im physikalisch-technischen Bereich.

Die Analyse einschlägiger Dokumente macht klar, dass eine stärkere Beteiligung von Mädchen und Frauen im physikalisch-technischen Feld zwar gewünscht wird, der Fokus auf Gendergerechtigkeit und

⁴ Dies betrifft auch Jugendliche aus anderen marginalisierten gesellschaftlichen Gruppen, wobei hier strukturelle Maßnahmen primär im Bildungsbereich liegen, insbesondere auf einer systematischen und anschlussfähigen Förderkultur, die formelle und informelle Bildungsangebote umfasst.

Diversität weder im schulischen mathematisch-physikalisch-technischen Kontext noch im beruflichen oder allgemein gesellschaftlichen Bereich besonders ausgeprägt ist (Wong, Dillon, & King, 2016, p. 2357). Im Hinblick auf die Verschränkung von Geschlecht mit sozio-kulturellen und sozio-ökonomischen Unterschieden (Stichwort Intersektionalität) gibt es in Österreich im Vergleich zum internationalen Forschungsfeld (ebd. S.2358) noch wenig Bewusstsein, wie das Fehlen einschlägiger Zahlen etwa in der Statistik Austria oder auch in den Bildungsstandards zeigt. Internationale Erfahrungen legen aber nahe, dass Benachteiligung aufgrund ethnischer Zugehörigkeit oder sozialer Herkunft den Gendergap verstärken.

Soll eine Veränderung der Beteiligung der Frauen im MINT-Bereich erreicht werden, sind daher Maßnahmen auf der Mikro-, Meso- und Makroebene des Schulsystems sowie allgemein gesellschaftliche Veränderungen notwendig: Abgehen vom Breadwinner-Modell, Anerkennung der nicht-lohnförmigen Arbeit, CARE-Verantwortung lastet auf den Schultern von Frauen UND Männern, entsprechende Änderungen etwa im Familienrecht (Stichwort gesetzliche Verankerung des Anspruchs auf Karenzurlaub für Männer einhergehend mit einer Verpflichtung zur Teilung der Karenzzeit bei Geburt eines Kindes sowie Pensionsrecht - Stichwort: verpflichtendes Pensionssplitting).

3 Praxisbeispiele: Konkrete Good-Practice-Umsetzungen

3.1. Forschungsergebnisse

Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen unterschiedliche Aspekte, die die MINT-Leistungen der Schüler*innen sowie die Einstellung und Motivation gegenüber MINT beeinflussen. Dazu zählen einerseits Experimente, Forschendes Lernen, der Lebensweltbezug und die Anwendung des Gelernten, andererseits aber auch ein problem- und schüler*innenorientierter Unterricht. Insofern unterstreicht die Forschung die Aussagen aus der Praxis, dass der Unterricht entscheidend für MINT-Schwerpunktbildungen an Schulen ist (Seidel, 2016).

Forschungsergebnisse (Krainer et al., 2016) zu MINT-Unterricht schlagen spezifische Unterrichtsmerkmale vor:

- der Unterricht sollte problemlöseorientiert oder anwendungsbezogen sein;
- fächerübergreifender Unterricht, der explizit Zusammenhänge herstellt, sollte priorisiert werden;
- das Prinzip der Selbsttätigkeit und das Erfahren eigener Wirksamkeit ist zentral für die Kompetenz- und Interessensentwicklung;
- der Unterricht soll offen und handlungsorientiert sein.

Wenn Unterricht so stattfindet, wird die alleinige „Steuerungshoheit“ für das Lernen von der Lehrperson, die für die Vorbereitung und Beratung zuständig ist, in Richtung Schüler*innen verlagert. Ein solcher Unterricht zeichnet sich durch hohe Transparenz und so viel Struktur wie nötig aus, ohne die Selbststeuerungsmöglichkeiten der Schülerinnen und Schüler einzuschränken. Das forschende Lernen wird favorisiert, welches das selbstständige Planen, Durchführen und Bewerten von Lernhandlungen sowie die Präsentation der Ergebnisse in den Vordergrund rückt. Im internationalen Kontext ist ein solcher Lernansatz unter dem Begriff „Inquiry-Based Science and Mathematics Education“ (IBSME) bekannt. Die Kultur des konstruktiven Umgangs mit Fehlern im handlungsorientierten Unterricht sollte umgesetzt werden.

Empfohlen werden auch Projekte, die mehrere Tage oder Wochen zu einem gemeinsamen Thema in mehreren Fächern durchgeführt werden. Fachbezogene oder fächerübergreifende Projekte werden in Lehrerinnen- und Lehrerteams geplant und durchgeführt, wie es bereits heute in vielen Ländern

praktiziert wird (Eurydice, 2011). Dabei sollen Rahmenbedingungen für einen mehrwöchigen Projektunterricht in einem Schuljahr geschaffen werden sowie die Möglichkeit, alle Fächer zumindest phasenweise aufzulösen, gegeben sein. In jährlich stattfindenden „MINT-Wochen“ (z. B. zwei Wochen pro Schuljahr) konzentriert sich der Großteil des schulischen Unterrichts auf möglichst eine spezifische MINT-Themenstellung, welche als „Schulprojekt“ aus vielen verschiedenen (fachlichen) Perspektiven – und evtl. schulstufenübergreifend – bearbeitet wird. Im Lehr- und Lernalltag kommen dabei vermehrt Unterrichtsblöcke mit zumindest zwei Lehrpersonen zum Einsatz. So können Lehrpersonen auch als Rollenvorbilder für gelebte Teamarbeit für ihre Schülerinnen und Schüler fungieren. Diese Vorgaben sollten im Lehrplan verankert sein. Zudem soll als thematisches Kontinuum von der Volksschule bis zum Ende der Sekundarstufe II ein MINT-Lehrplan etabliert werden, in welchem fächerübergreifendes Arbeiten (z. B. im Sinne von Socio-Scientific-Issues oder des Forschenden Lernens) eine zentrale Rolle spielt (Krainer et al., 2016).

Wichtig ist, dass in diese Aufzählung auch die Berufsbildung integriert ist. Sie könnte eine Verbindung für beruflich authentische (praktische) Aufgaben mit einschlägigen Berufsfeldern sein oder ein Angebot, das schulische und betriebliche Angebote eng verzahnt und mit individuellem Coaching der Schüler*innen kombiniert. Da Eltern eine bedeutsame Rolle bei der Berufsentscheidung spielen, ist es wichtig, sie in diese Maßnahmen einzubeziehen (Prechtl, 2018).

3.2 Lehrplan und Studentafeln

Ein „MINT-Lehrplan NEU“ soll als thematisches Kontinuum von der Volksschule bis zum Ende der Sekundarstufe II etabliert werden, in dem fächerübergreifendes Arbeiten und Forschendes Lernen eine zentrale Rolle spielen. Im Unterricht behandelte Themen (z. B. Energie, Wasser, Klima, Mobilität) ziehen sich wie ein roter Faden durch alle Jahrgangsstufen und werden aus unterschiedlichen fachlichen Blickwinkeln analysiert (Müller, Krainer, Haidinger, 2013).

Hendrichs (unveröffentlicht) vergleicht in ihrem Review Science-Lehrpläne unterschiedlicher Länder (Canada, Finnland, USA, Großbritannien, Neuseeland, Australien und Singapur) für die Primarstufe. Sie identifiziert mehrere gemeinsame Elemente, welche den Unterricht in den MINT-Fächern stärken können:

- Trans- und interdisziplinäre Zugänge in den MINT-Fächern
- Fächerübergreifende Themen („cross-curricular themes“) verknüpfen unterschiedliche Fächer, die dann gemeinsam an einem Thema arbeiten
- Fokus auf problemlösungsorientiertes Arbeiten („problem-solving skills“)
- Vernetzung mit Interpretation und Kommunikation (Konnex zu den Sprachfächern)
- Räumliche Relevanz: lokal, regional, nationale, internationale und globale Ebene in den MINT-Fächern mit einbeziehen
- Berücksichtigung von Ethik und Philosophie in die MINT-Fächer
- Autonomie für die Schulen in der Umsetzung der konkreten Inhalte (vor allem in Finnland)
- Experimentelles Lernen (Prozesse, Zyklen, Systeme betrachten statt Analyse isolierter Phänomene) sowie praxisorientiertes Arbeiten („hands-on activities“)
- Wahlfächer („elective courses“)
- Verknüpfung der MINT-Fächer zur Lebensrealität der Schüler*innen, Alltagsbeispiele, um die Relevanz der Fächer klar hervorzuheben
- Einbettung des Gelernten in einen konkreten Arbeitskontext, z. B. Ingenieurwissenschaften (Implementierung der theoretischen Konzepte im Arbeitsalltag einer Firma, v. a. in den USA)
- Interaktion mit Naturwissenschaften im Alltag („real life contexts“)
- Entwicklung eigener Fragestellungen, Erkennen von Mustern

- Lokale Kooperationen und Vernetzung (Unternehmen, Gemeinschaft, Bildungseinrichtungen) um die lokalen Gegebenheiten zu verstehen und auch die Motivation und Identifikation mit den Fächern zu steigern und zu erkennen, warum dies sinnvoll und wichtig ist („learning in context“)
- Möglichkeiten, sich aktiv zu beteiligen, mitzugestalten und die Sinnhaftigkeit des eigenen Wissens und Tuns zu erleben
- Teamarbeit und gemeinsames Forschen
- Unterrichtsinhalte werden spiralförmig vertieft („spiral approach“): Themenkomplexe werden immer wieder behandelt und dabei jedes Mal vertieft bzw. wird der Komplexitätsgrad dieser Themenkomplexe erhöht, was die kognitive Entwicklung der Schüler*innen widerspiegelt

Diese Elemente können durchaus auch für die Sekundarstufe I herangezogen werden.

Alle Lehrpläne haben folgende Gemeinsamkeiten:

- schüler*innenzentrierter Zugang
- Umsetzung von „inquiry-based learning“
- Bearbeitung konkreter Problemstellungen, welche für die Schüler*innen relevant sind
- Entwicklung von wissenschaftlichen Denkweisen und Arbeitstechniken
- Vertiefung und Verfeinerung durch spiralförmig angelegte Lernpfade
- kritisches und ethisch-reflektiertes Denken, Problemlösungskompetenzen, experimentelles Lernen, praktisches Arbeiten und Teamwork

Bei all diesen Vorschlägen ist Vorsicht geboten, weil es zum Ersten nicht nur um das Wecken von Interesse geht, sondern um die Unterstützung der Entwicklung einer MINT-bezogenen Identität, zum Zweiten die Wirkung dieser Maßnahmen oft nur unter bestimmten Voraussetzungen eintritt und zum Dritten die positive Wirkung dieser einen Maßnahme oft durch andere Charakteristika des Unterrichts eingeschränkt wirkt. Das heißt, ein MINT-Unterricht, der eine Identifizierung mit den MINT-Fächern bewirken will, besteht aus einem Bündel von Maßnahmen, die nach ihrer Wirkung im Hinblick auf Schüler*innen unterschiedlichen Geschlechts, unterschiedlicher Ethnie und unterschiedlichem sozialen Hintergrund zu befragen sind.

Stellvertretend für viele der oben beschriebenen Maßnahmen sollen hier die Bedingungen für eine erfolgreiche Einführung von Laborunterricht kurz dargestellt werden: Forschende Auseinandersetzung mit Phänomenen und Untersuchungen zu MINT-Sachverhalten haben einen wichtigen Stellenwert im MINT-Unterricht. Sie ermöglichen einen handlungsorientierten Zugang und eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Phänomenen (sofern genügend Zeit dafür eingeräumt wird), sie erlauben eine sprachintensive Auseinandersetzung mit den Erfahrungen, die in den Untersuchungen gemacht wurden. Voraussetzung dafür ist eine didaktisch durchdachte Einbettung der experimentellen Tätigkeit (Tesch & Duit, 2004) in den Unterricht, mit Vor- und Nachbereitung und einer Anleitung, die sich weder auf rezeptartige Vorgaben beschränken darf, noch vermitteln soll, dass forschendes Arbeiten nach einem fixen Plan abläuft. Praktisches Arbeiten ist also keineswegs ein Garant für Interesse oder Lernwirksamkeit. Sollen Experimente, die von Lernenden durchgeführt werden, Interesse und konzeptuelles Lernen unterstützen, bedürfen sie daher einer sorgfältigen Planung, Begleitung und Auswertung gemeinsam mit den Lernenden sowie Klarheit über die Ziele, die mit einem spezifischen Setting erreicht werden sollen, inklusive deren Überprüfung (Lunetta, Hofstein, & Clough, 2005).

3.3 Notwendige Ressourcen

Ressourcen, die den Schulen für den MINT-Unterricht zur Verfügung stehen, tragen zu einer erfolgreichen Umsetzung von Projekten in den MINT-Fächern, MINT-Angeboten im Lehrplan, sowie MINT-Zusatzangeboten bei. Konkret sind mit Ressourcen finanzielle, personelle und materielle gemeint (Seidel, 2016).

3.3.1 Finanzielle Ressourcen

Im Zusammenhang mit verschiedenen Untersuchungen an Schulen in Bezug auf ihren sozioökonomischen Hintergrund hat sich gezeigt, dass es zu einer erfolgreichen Umsetzung von Projekten in den MINT-Fächern führt, wenn entsprechende Ressourcen an den Standorten zur Verfügung stehen. Diese Ressourcen stammen etwa von öffentlichen Geldgebern und teilweise auch von Fördervereinen oder externen Kooperationspartnern (z. B. Unternehmen). Solche Angebote für den MINT-Lehrplan sind etwa MINT-Labors, aber auch die technische Ausstattung der Informatikräumlichkeiten sowie MINT-Zusatzangebote (Rosemann, 2015).

3.3.2 Personelle Ressourcen

Als zentral werden MINT-Lehrkräfte eingeschätzt. Dies sind einschlägig ausgebildete Lehrer*innen, die neben den fachlichen auch überfachliche Kompetenzen in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik aufweisen. Eine entsprechende Weiterbildung von Lehrer*innen im Bereich MINT ist als ein relevanter Aspekt von schulischem Bildungserfolg festzuhalten (Schleicher, Cresswell et al. 2007, zitiert in Rosemann, 2015). Pädagogisch und fachdidaktisch gut ausgebildete Lehrer*innen mit viel persönlichem Engagement erweisen sich für den MINT-Unterricht als bedeutungsvoll. Neben einer höheren Motivation ist es erforderlich, fachliche Kompetenz mitzubringen, um handlungsorientiert, fächerübergreifend sowie gender- und diversitätssensibel zu unterrichten und Innovationen in der Schule anzustoßen (Rosemann, 2015; Müller, Krainer, Haidinger, 2013). Um die Entwicklung einer nachhaltigen Lernkultur im Bereich MINT zu etablieren, sollte eine Kultur der Kooperation unter den Lehrer*innenteams initiiert werden. In Deutschland etwa sind diese fachübergreifenden bzw. fachgebietsbezogenen Bildungsmanager*innen an Einzelschulen tätig und agieren in regionalen Bildungsnetzwerken (Müller, Krainer, Haidinger, 2013). Die für Österreich geplanten Bildungsmanager*innen, initiiert von IMST, wurden nie institutionalisiert.

Schon in der Lehrer*innenaus- und -fortbildung sowie im Prozess der Schulentwicklung ist die Kooperation unter Lehrkräften intensiv zu fördern und insbesondere eine kollegiale Beratungs- und Feedbackkultur systematisch zu initiieren (Müller, Krainer, Haidinger, 2013).

Der MINT-Unterricht sollte von Lehrer*innenteams gemeinsam geplant und weiterentwickelt werden. Dabei spielen kollegiale Beratungen auf Basis von Unterrichtshospitationen und anschließenden Reflexionen eine zentrale Rolle z. B. Lesson Studies oder Aktionsforschungsstudien (Müller, Krainer, Haidinger, 2013).

MINT-Management, ein spezifisch qualifiziertes mittleres Management, ist flächendeckend zu installieren, welches den Prozess der Entwicklung einer nachhaltigen Lernkultur im Bereich MINT beratend begleitet. Sie initiieren und coachen Lehrerinnen- und Lehrerteams und leisten somit einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung einer Kultur der Kooperation unter Lehrkräften (Müller, Krainer, Haidinger, 2013).

Studien aus den USA zeigen, dass es den MINT-Pädagog*innen in der Praxis an Verständnis für die MINT-Ausbildung fehlt. Dies könnte auch für alle Lehrkräfte der Mittelschule zutreffen, die keine ein-

schlägige fachliche und fachdidaktische Ausbildung in den MINT-Fächern haben (d. h. fachfremd unterrichten). Daher könnten sie von einem konzeptionellen Rahmen für die MINT-Bildung profitieren. Bildungsforscher*innen weisen zudem darauf hin, dass es für Lehrpersonen schwer zu sein scheint, fächerübergreifend zu arbeiten (Kelley, Knowles, 2016).

3.3.3 Materielle Ressourcen

Die materiellen Ressourcen in den Schulen sind ohne Zweifel zentral für eine erfolgreiche Umsetzung von MINT-Standorten. Als materielle Ressourcen werden sowohl die räumlichen als auch die technischen Ausstattungen verstanden. Zu den spezifischen MINT-Räumen zählen zum Beispiel Labore und Räume mit ausreichend Computern für alle Schüler*innen. Hingewiesen wird von unterschiedlichen Schulen, dass die MINT-Räume und die dazugehörige Ausstattung einen guten bis sehr guten Standard aufweisen sollen. (Seidel, 2016).

Das Lernen mit digitalen Medien auf Grundlage geeigneter pädagogischer Konzepte eröffnet insbesondere für den MINT-Bereich neue Chancen und Möglichkeiten. Eine zeitgemäße, spannende Vermittlung mit Hilfe digitaler Angebote kann dazu beitragen, das Interesse der Schüler*innen wach zu halten (Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2019). Durch den verstärkten Einbezug digitaler Medien und computerbasierter Anwendungen in den MINT-Unterricht gelingt es eher traditionelle lehrerzentrierte Strukturen aufzulockern und die Medienkompetenz der Schüler*innen zu fördern. Im Vordergrund sollte dabei das Lösen interaktiver Aufgaben stehen. Beispiele für Möglichkeiten des Lernens mit digitalen Medien sind elektronische Übungssysteme, tutorielle Systeme, Simulationssysteme, Lernsoftware oder auch computerbasierte Aufgaben. Entscheidend ist dabei allerdings nicht so sehr, dass eine ganze Klasse häufig mit Tablets arbeitet, sondern wie und wozu die Schüler*innen das Medium nutzen (Seidel, 2016). Dies deckt sich mit den Zielen der Digitalen Grundbildung (bmbwf.gv.at):

- Gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung
- Informations-, Daten- und Medienkompetenz
- Betriebssysteme und Standard-Anwendungen
- Mediengestaltung
- Digitale Kommunikation und Social Media
- Sicherheit
- Technische Problemlösung
- Computational Thinking

3.4 Kooperationen

Der Unterricht begeistert in den MINT-Fächern häufig zu wenig und zu wenig nachhaltig, da der Bogen zu spannenden Fragen aus dem Alltag und zu praktischen Anwendungen zu wenig geschlagen wird. Außerschulischen Initiativen gelingt das häufig besser. Sie können konkrete praxisnahe Angebote machen und somit notwendige Veränderungen in der Schule unterstützen. Zudem lassen sich eine breite gesellschaftliche Verankerung von Themen sowie die Förderung von Talenten im MINT-Bereich nicht allein durch die Institution Schule erreichen (Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2019). Allerdings zeigen auch Evaluationen (Mokhonko, Nickolaus & Windaus, 2014; Ziegler, Reutlinger & Hering, 2012), dass Exkursionen zu Schüler*innenlaboren zwar die Schüler*innen begeistern, sich auf die MINT-Welt für ein paar Stunden einzulassen, sie aber nicht nachhaltig sind, im Sinne einer Motivation für eine MINT-Ausbildung oder einen Beruf im MINT-Bereich. Im schlechtesten Fall vermitteln sie ein unrealistisches oder verquertes Bild der beruflichen Domäne (Prechtl, 2018).

US-amerikanische Untersuchungen weisen in diesem Zusammenhang insbesondere auf informelle (außer)schulische Lernorte⁵ hin, die über den engen Rahmen des schulischen MINT-Unterrichts hinausgehen. „The less hierarchical, more flexible and youth-centered norms [...] of informal, community-based science clubs [may support and broaden] ways of engaging in science“ (Tan, Calabrese Barton, Kang, & O'Neill, 2013). Schüler*innen können dabei erfahren, dass außerhalb des Unterrichts individuelle Kompetenzen zählen, von denen sie nie gedacht hätten, dass sie im MINT-Bereich wertvoll seien. Erfahren sie im Anschluss, dass sich dadurch ihr Aktionsfeld erweitert und ihr Ansehen unter den Peers steigt, kann es ihnen gelingen, einen ganz persönlichen (beruflichen) Zugang zu MINT zu entdecken. Gleichzeitig könnten solche Erfahrungen auch der Anlass für Schulleiter*innen und Lehrkräfte sein, „[to] develop an awareness of how the norms and routines of life in their schools and classrooms position youth in particular ways“ (Calabrese Barton et al., 2013). Im Anschluss kann überlegt werden, wie sie Unterrichtssettings verändern könnten, um einer größeren Gruppe von Schüler*innen, insbesondere den Mädchen, einen Zugang zu den MINT-Fächern zu ermöglichen (Tan et al., 2013).

Förderlich ist eine längerfristige und koordinierte Zusammenarbeit zwischen externen Schulen und Partnern, um längerfristig das Interesse an MINT-relevanten Berufen zu steigern. Ein Vorteil einer solchen Kooperation mit Betrieben könnte sein, dass diese Praktikumsplätze stellen, Projektstage durchführen oder spezielle Schulungen für Schüler*innen anbieten. Durch den Kontakt zu Betrieben und Großfirmen kann sich aber auch langfristig ein wertvolles berufliches Netzwerk für Schüler*innen ergeben (Seidel, 2016). Voraussetzung dafür ist allerdings ein Berufsorientierungskonzept, das die einzelnen Aktivitäten mit dem Unterricht verzahnt. „Berufsorientierung‘ meint dabei einen (lebens-)langen Prozess des Abwägens persönlicher Merkmale (z.B. Fähigkeiten, Interessen oder Ziele) in Bezug auf die Bedingungen der Arbeits- und Berufswelt“ (Diebels & Lück, 2018, S.72). Das Individuum befindet sich dabei im Mittelpunkt eines langwierigen Prozesses, in dem es lernt „eigene Fähigkeiten und Interessen mit seinen Bedürfnissen und Zielen in Einklang zu bringen und so eine Entscheidung über die zukünftige Lebens- und Erwerbsplanung zu treffen“ (ebd.). Als Beispiel könnte hier das deutsche Projekt „Kein Anschluss ohne Abschluss“ genannt werden⁶.

Auch im Bereich der Berufsberatung im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich soll eine längerfristige Kooperation zwischen öffentlichem Sektor, Wirtschaft, Industrie und Schule verwirklicht werden, bei der die Schüler*innen direkte Einblicke in die Arbeits- und Berufswelt (nicht nur) im technischen Bereich erhalten. (Müller, Krainer, Haidinger, 2013).

Interessierte und begabte Schüler*innen haben durch Kooperationen mit lokalen berufsbildenden Schulen die Möglichkeit, sich wöchentlich mit Schüler*innen der Sek II in den MINT-Fächern auszutauschen (Bamberger, 2014). Es stellt sich allerdings die Frage, warum die Förderung von interessierten Schüler*innen weitgehend außerhalb unserer Kernaufgabe Unterricht stattfinden soll (Rüsing, Voigt, Reeker, 2020)

⁵ Eine Alternative könnten auch ‚MINT-Klubs‘ innerhalb der Schule sein, die etwa Projektthemen aufgreifen und weiterverfolgen.

⁶ <https://www.gib.nrw.de/themen/jugend-und-beruf/uebergangssystem>

4 MINT-Schwerpunkte für Mädchen

Physik, Technik und eingeschränkt auch die Mathematik werden als „quintessential male and elitist subject“ (Becky et al., 2017) wahrgenommen – und seit 100 Jahren bewusst gesellschaftlich so konstruiert⁷. Aufgrund dieser stereotypen Vorstellungen des MINT-Bereichs auf der einen Seite und den stereotypen Erwartungen an Mädchen und junge Frauen auf der anderen Seite, traut das soziale Umfeld (Eltern, Peers, Lehrkräfte) den Mädchen nicht zu, im MINT-Feld gute Leistungen zu erbringen. Damit Mädchen und junge Frauen sich für eine berufliche Laufbahn im MINT-Bereich entscheiden, brauchen sie allerdings ein anregendes Umfeld, in dem sie Interessen und Kompetenzen entwickeln können und vor allem auch nahe und bedeutsame Andere (Eltern, Peers, Lehrkräfte), die ihre Fähigkeiten im MINT-Bereich wahrnehmen und anerkennen (Hazari, Sonnert, Sadler, & Shanahan, 2009). Sie brauchen darüber hinaus Menschen, die ihnen geschlechteruntypische Berufe als Option aufzeigen und sie darin bestärken, diese auch zu ergreifen (Salchegger, Glaeser, & Pareiss, 2019). Jugendliche entwickeln also ihre Vorstellungen von sich selbst, ihre Erwartungen, Interessen und Handlungen in Interaktion mit den signifikanten Anderen in jenen sozialen Kontexten, in denen sie sich bewegen. Die Identifikation mit MINT, die Selbstwahrnehmung als eine Person, die in MINT-Fächern reüssieren kann, hängt daher nicht nur mit dem schulischen mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule und der Sekundarstufe I zusammen, sondern auch mit dem „MINT-Kapital“ des familiären Umfelds (Archer, Osborne, DeWitt, Dillon, & Wong, 2020). MINT-Kapital meint dabei nicht so sehr den sozialen Status der Eltern, sondern vielmehr deren Affinität zum MINT-Bereich: der Beruf der Eltern, ihre MINT-Qualifikationen, ihr Interesse, ihr Wissen und ihr Verständnis von MINT sowie ihre sozialen Kontakte (z. B. Verwandte und Bekannte, die in einem MINT-Beruf arbeiten).

Um das nicht ausgeschöpfte MINT-Potential von Mädchen und jungen Frauen in Fächern wie Mathematik, Physik und Chemie aufzubauen sowie die motivationalen Defizite von Mädchen und jungen Frauen aufzufangen, sind daher mehrere Aspekte wichtig:

- ein Elternhaus, das die Mädchen unterstützt und ermutigt
- eine geschlechtersensible und ermutigende Lehrkraft, die einen didaktisch durchdachten und an den Interessen der Schülerinnen orientierten interessenfördernden Unterricht anbietet
- ein verbindlicher MINT-Lehrplan „with little opportunity to choose and with much encouragement from teachers“ (Arnot, 2000)⁸
- informelle (außer)schulische Lernorte, in dem die Schülerinnen ohne Druck ihren Interessen nachgehen und ihre Fähigkeiten entdecken können⁹

⁷ Die Entwicklung eines Schulsystems nach dem Konzept von „separate but complementary gender spheres“ (Scantlebury & Baker, 2007, p. 200) setzte in den westlichen Industrienationen im 20. Jahrhundert nach dem Ersten Weltkrieg ein. „The post-World War I „back-to-the-home“ movement created a technical or university track for boys and a business or home economics track for girls“. Die Mädchen konnten dann kaum mehr einschlägige MINT-Ausbildungen mehr wählen und auch ihre Leistungen ließen aufgrund fehlender Möglichkeiten der Aneignung einschlägiger Fähigkeiten nach.

⁸ Das heißt, Mathematik, Physik und Chemie müssten einerseits in jenen berufsbildenden Schulen eine wichtigere Rolle spielen, die primär von Mädchen besucht werden. Ein Beispiel dafür wäre der Zweig für Kommunikations- und Mediendesign der Hertha Firnbergschule in Wien (<http://www.firnbergschulen.at/portfolio-view/diescienceklasse/>). Andererseits könnte eine stärkere Betonung des Sozialen des Kommunikativen und des Designaspekts eine Reihe von jungen Frauen für die HTL gewinnen. Ein Beispiel dafür wären die Zweige „Wirtschaftsingeniersonwesen“ oder „Medizintechnik“, wo es gelungen ist, eine Reihe von Frauen zu gewinnen, während die klassischen Ingenieursdisziplinen Maschinenbau und Elektrotechnik, aber auch den renommierten Zweig Elektronik und Informatik kaum Frauen wählen.

⁹ Verein Sprungbrett <https://sprungbrett.or.at/>

- eine (geschlechterinformierte) Berufsorientierung in den MINT-Fächern, die eng mit außerschulischen und betrieblichen Angeboten verzahnt ist, um den Einsatz von MINT-Wissen und einschlägigen MINT-Methoden zu verdeutlichen und die Vielfalt der Berufswelt realitätsnah darzustellen

Die Einrichtung eines expliziten MINT-Schwerpunkts in den Mittelschulen alternativ zu Sport und Musik könnte daher insofern kontraproduktiv sein, weil sie dazu führen könnte, dass sich Mädchen noch früher gegen die MINT-Fächer entscheiden. Damit würde nämlich eine einschlägige Kompetenzentwicklung unterbunden, was nicht nur die beruflichen Chancen einschränkt, sondern auch die Möglichkeit zu gesellschaftlicher Partizipation. Eine Untersuchung der Weiterentwicklung des Realgymnasiums in der Sek I der AHS, die vom Projekt IMST begleitet wurden, zeigt diese Gefahr eindrucksvoll auf: Die Entwicklungsinitiativen waren für die Buben sehr attraktiv, für die Mädchen aber nur dann, wenn etwa das Labor, das praktisch alle diese Schulen entwickelt haben, auch für die Schüler*innen angeboten wurde, die den Gymnasialzweig wählten (Bartosch, 2008). Das heißt, die Entwicklung eines MINT-Schwerpunkts an den Mittelschulen wird Mädchen nur dann ansprechen, wenn sie ihren anderen Interessen – etwa Sport oder Musik – genauso nachgehen können. In vielen Untersuchungen zeigt sich nämlich, dass Mädchen, die gut in Mathematik und den Naturwissenschaften sind, zumeist auch gut in den Sprachen sind. Das gilt für die Buben nicht: Burschen, die etwa die HTL besuchen sind zwar in den MINT-Fächern erfolgreich, häufig aber nicht in Sprachen (Salchegger et al., 2019).

Für die Entwicklung einer MINT-Mittelschule, die Mädchen einen Raum bietet ihre MINT-Kompetenzen zu entdecken, zu erfahren und weiterzuentwickeln sind daher fünf Handlungsfelder zentral.

1. Fachdidaktisch fundierte Unterrichtsentwicklung
2. Projekte in authentischen Kontexten, welche die Bedeutung von MINT im spezifischen Alltag der Lernenden, in der Gesellschaft (Stichwort Klimawandel) sowie in den vielfältigen Berufsfeldern aufgreifen.
3. Sensibilisierung des Lehrkörpers (nicht nur der MINT-Lehrkräfte) für die Verankerung von Geschlechterstereotypen in den Strukturen und den alltäglichen unterrichtlichen Handlungen
4. Elternarbeit
5. Aufbau eines Netzwerks mit außerschulischen (niederschweligen!) MINT-Angeboten, Berufsbildenden Schulen und Betrieben, um gemeinsam längerfristige Projekte insbesondere auch im Kontext der Berufsorientierung zu entwickeln.

4.1 MINT-Unterricht – fachdidaktisch fundierte Unterrichtsentwicklung

Da Mädchen und junge Frauen aufgrund der geschlechterstereotypen Zuschreibungen der MINT-Fächer wenig Vertrauen in ihre Kompetenzen in diesem Bereich haben, ist ein MINT-Unterricht, der auf vertieftes Verständnis fokussiert, wie in Kapitel 2.2 beschrieben wurde, für sie von zentraler Bedeutung. Schülerinnen, aber auch Schüler, die außerhalb der Schule wenig Gelegenheit haben, mit MINT in Berührung zu kommen, brauchen darüber hinaus eine Lernkultur, die Zeit gibt, sich mit den Phänomenen und Konzepten auseinanderzusetzen und beurteilungsfreien Raum zur Verfügung stellt, wo Fehler erlaubt sind. Dazu kommt, dass die Geschlechterstereotype in Leistungssituationen eine Bedrohung darstellen, selbst für junge Frauen, die mit MINT identifiziert sind: Sie fürchten nämlich, dass sie durch die Brille des – negativen – Stereotyps wahrgenommen, beurteilt und behandelt werden. Da sie fürchten, das stereotype Urteil zu bestätigen, bleiben sie in Leistungssituationen hinter ihrem Potenzial zurück (Claude M. Steele, 1997; Claude M. Steele & Aronson, 1995). (Gleichzeitig bestätigen

sie das zugrundeliegende Stereotyp, obgleich sie selbst nicht daran glauben.) Wichtig ist daher, dass dieser „Stereotype Threat“ bei der Gestaltung von Leistungssituationen berücksichtigt wird¹⁰.

Bereits in den 90er-Jahren weisen umfangreiche Studien darauf hin, dass die Interessen von Mädchen und Burschen unterschiedlich sind, dass der klassische Physikunterricht, der eher theoretische ausgerichtet ist und primär technische Anwendungen thematisiert, ausschließlich dem Interesse einer eher geringen Anzahl von männlichen Schülern gerecht wird. Hingegen sind Aspekte aus dem Bereich Mensch und Natur sowohl für Mädchen und Burschen, gesellschaftliche Aspekte eher für Mädchen (verstärkt in der Sekundarstufe II) interessant (Häussler & Hoffmann, 2000). Allerdings weist Prechtl (2018, p. 95) darauf hin, dass eine zu offene Thematisierung stereotyp weiblicher Lebenswelten, wie etwa Kosmetik, Küche und Haushalt Gefahr läuft, dass „Mechanismen, über die geschlechterbezogene Stereotype des Alltags in den Chemieunterricht gelangen“ und sich damit das „Gegensatzpaar männlich/weiblich gemeinsam mit weiteren Gegensatzpaaren wie aktiv/passiv, stark/schwach und positiv/negativ [...]“ reproduziert wird. Dasselbe gilt für geschlechtergetrennten Unterricht: Er wird mitunter so wahrgenommen, dass Mädchen eine einfachere Variante des MINT-Unterrichts angeboten werden muss.

Gerade im Physikunterricht steht häufig das Verfügungswissen (Muckenfuß, 1995) im Mittelpunkt, also Wissen, das für künftige Experten (wie die Zahlen zeigen kaum Expertinnen) von Bedeutung ist, was dazu führt, dass der Physikunterricht nicht nur für Mädchen, sondern auch für die Mehrheit der Burschen unattraktiv ist. Stellt man hingegen Orientierungswissen (ebd.) in den Mittelpunkt, also Wissen, um den naturwissenschaftlich-fachlichen Blick auf die Welt zu erschließen, steigen die Chancen, MINT-Unterricht attraktiver zu machen.

Insbesondere soll im Zusammenhang mit Unterrichtsentwicklung auch der Biologieunterricht explizit genannt werden. Er ist Teil von MINT, allerdings nicht geschlechtlich konnotiert, weder im Hinblick auf fachliche Gepflogenheiten noch im Hinblick auf damit assoziierte Berufe. Allerdings wird alltagstheoretisches biologisches Wissen von unterschiedlichen gesellschaftlichen Akteur*innen immer wieder herangezogen, um Geschlechterdifferenzen vermeintlich wissenschaftlich zu begründen. In einer MINT-Mittelschule, die eine Veränderung der Geschlechterbilder im Fokus hat, ist daher ein geschlechtersensibler Unterricht ein zentrales Anliegen, der die Entstehung und Grenzen von polaren Geschlechterbildern im Alltag aufzeigt¹¹.

4.2 Projekte in authentischen Kontexten

(Fachübergreifende) Projekte in Kontexten, die für Schüler*innen und ihr näheres und (mit steigender Schulstufe) weiteres Umfeld bedeutend sind, ermöglichen erfahrbar zu machen, dass MINT Bedeutung für den individuellen Alltag in der Familie, den schulischen, aber auch gesellschaftlichen Alltag hat. Sinnvoll ist es, sie thematisch rund um kontrovers diskutierte, aktuelle gesellschaftliche Fragestellungen (z. B. Klimawandel, Digitalisierung, Gentechnik) anzusiedeln. Solche Projekte können aufzeigen, dass MINT eine Perspektive neben anderen (etwa die ethische, künstlerische oder politische) auf die Welt ist, die für den Alltag hilfreich sein kann. Darüber hinaus wird die Vielfalt MINT-bezogener (beruflicher) Tätigkeiten unmittelbar erfahrbar, die auch soziale, künstlerische oder Designaspekte umfassen kann.

¹⁰ Dies gilt nicht nur im Hinblick auf Geschlecht, sondern etwa auch im Hinblick auf die Erstsprache oder die soziale Herkunft.

¹¹ Für explizite Detailvorschläge für die Unterrichtsgestaltung sei auf die vom IMST Gender- und Diversitäten-Netzwerk herausgegebene Broschüre „Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (https://www.imst.ac.at/app/webroot/files/nawi_aufgabe3.pdf) hingewiesen.

Zentral für die Entwicklung solcher Projekte ist der Aufbau eines Netzwerks mit Partnern (z. B. Institutionen und Vereine, die informelle Lernumwelten anbieten, Kommunen und Unternehmen), die verschiedene Erfahrungsbereiche als Lernumwelten bereitstellen, welche die (akademischen) Angebote und Möglichkeiten des schulischen MINT-Unterrichts übersteigen. Wichtig ist, dass dabei Synergien mit dem schulischen MINT-Unterricht explizit bedacht werden, damit die Lernerfahrungen in diesen Settings in der Schule auch verwertbar sind. Darüber hinaus ist es wichtig, dass diese Kooperationen längerfristig angelegt und die Beteiligung an Projekten gemeinsam geplant werden (vgl. auch Mokhonko, Nickolaus, & Windaus, 2014).

Obwohl das Design dieser Projekte nicht vorrangig auf die Einmündung in eine einschlägige Berufslaufbahn ausgerichtet ist, sondern auf Befähigung zu gesellschaftlicher demokratischer Partizipation, ermöglichen sie zum einen das Erlernen einschlägiger naturwissenschaftlicher Methoden (analysieren, messen) und geben zum anderen Gelegenheit, um mit Personen mit einschlägiger fachlicher Expertise in Kontakt zu treten. Das führt wiederum zu einer differenzierteren Vorstellung der Welt der MINT-Berufe.

4.3 Lehrer*innenfortbildung und Schulentwicklung

Der Erfolg einer MINT-Mittelschule steht und fällt sowohl mit den fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Qualifikationen der MINT-Lehrkräfte, als auch mit den „Gender-Kompetenzen“ der Lehrkräfte und der Schulleitung. Will eine MINT-Mittelschule attraktiv für Mädchen sein, so ist es unumgänglich, dass nicht nur die MINT-Lehrkräfte, sondern das gesamte Kollegium weiß, wie Geschlechterdifferenzen entstehen, wie sie in den schulischen Strukturen verankert sind und in den alltäglichen Interaktionen reproduziert werden. Insbesondere ist es wichtig, dass die Lehrkräfte ihr individuelles „Doing Gender“ kennen, also die Art und Weise, wie sie in ihrer alltäglichen unterrichtlichen Arbeit Geschlechterdifferenzen reproduzieren, ohne es zu wollen.

Damit das gelingt ist zweierlei zentral:

- Kooperation und wechselseitiges Feedback von Kolleg*innen, die sich sowohl auf die fachliche Arbeit erstreckt als auch auf das wechselseitige Identifizieren des individuellen Doing Gender¹².
- Unterstützung durch Fachdidaktiker*innen und genderversierten Schul- und Unterrichtsentwickler*innen.

4.4 Elternarbeit

Wegen der Bedeutung des Elternhauses für die Identifikation insbesondere der Mädchen mit MINT, ist es wichtig, dass Interventionen auch auf die Weiterentwicklung des „MINT-Kapitals“ des Elternhauses fokussieren. Wichtig dabei ist aufzuzeigen, dass MINT-Wissen und Kompetenzen nicht nur für Experten wichtig, sondern auch hilfreich für den Alltag sind. Das heißt, das Einbeziehen von Eltern sollte insbesondere bei der Planung von Projekten mitgedacht werden.

Die Eltern spielen aber auch eine entscheidende Rolle bei der Berufswahl. Allerdings tragen sie mitunter auch in hohem Ausmaß zu stereotypen Festlegungen bei. Das heißt, die Schule muss einen Weg finden, mit Eltern zu besprechen, wie sie zu einer geschlechterstereotypen Selbstwahrnehmung ihrer Kinder beitragen.

¹² Lesson Studies (Posch, 2019) bzw. Aktionsforschungsstudien bieten dafür ein geeignetes Setting.

4.5 Berufsorientierung

Aus entwicklungspsychologischer Perspektive ist die Berufswahl keine punktuelle Entscheidung, sondern ein Prozess, der über die gesamte Lebensspanne hinweg andauert. Im Laufe dieses Prozesses entwickeln die Personen ein differenzierteres Bild über sich selbst, ihre Interessen und Fähigkeiten aber auch über Berufe. Die Entscheidung für eine berufliche Laufbahn wird so getroffen, dass zentrale Vorstellungen des beruflichen Selbst realisierbar werden. Gelingt das, führt es zu individueller Arbeitszufriedenheit (Mokhonko et al., 2014). Das Design der Projekte, die eine MINT-Schule durchführt, sollte daher so angelegt sein, dass die Schüler*innen Gelegenheit haben, möglichst reiche Vorstellungen sowohl über die Verwertbarkeit ihrer individuellen Fähigkeiten im MINT-Bereich als auch über die vielfältigen Ausformungen einer MINT-bezogenen Berufstätigkeit zu erhalten.

Aus der Geschlechterperspektive birgt das Design von Berufsorientierungsprozessen häufig eine Reihe von Gefahren, strukturelle Ungleichheiten zu reproduzieren:

1. **Potenzialanalysen:** Instrumente, die für Berufslaufbahnberatungen häufig herangezogen werden, basieren oft auf dem RIASEC¹³-Modell von Holland (1997). Das Problem an diesem Modell ist nun zum einen, dass die Berufsempfehlung den auf Basis der drei am stärksten ausgeprägten Orientierungen einer Person gegeben wird, was die Aspekte einer Persönlichkeit, aber auch das Berufsbild nur eingeschränkt abbildet. Zum anderen sind viele der Orientierungen geschlechtlich konnotiert, die daraus gezogenen Folgerungen könnten somit strukturelle Ungleichheiten reproduzieren und Diskriminierung erzeugen. Dieses Instrument bildet daher höchstens einen Hinweis auf berufliche Orientierungen, sollte aber keinesfalls überstrapaziert werden (Prechtl, 2018).
2. **Coaching:** Individuelle Ansprechpartner*innen, denen die Jugendlichen vertrauen und die sie dabei unterstützen, ihre Berufs- und Studienfachwahl an ihren persönlichen Neigungen und nicht an stereotypen Vorstellungen von Männer- und Frauendomänen auszurichten, sind wichtig. Dies setzt allerdings die Gendersensibilität dieser „Coaches“ voraus.
3. **Konzept der aktivierenden Elternarbeit:** Die Einbeziehung der Eltern in Laufbahnentscheidungsprozesse ist wichtig, kann aber mitunter auch kontraproduktiv sein, wenn etwa die Kenntnisse der Eltern über wirtschaftliche Aspekte des in Erwägung gezogenen Berufs falsch sind oder wenn sie geschlechterstereotype Muster der Berufswahl wiederholen.
4. **ROLE MODELS** sind wichtig, um jungen Frauen eine Identifizierungsmöglichkeit in frauenuntypischen Berufsfeldern zu bieten. Generell gilt bei Betriebserkundungen wie etwa dem „Girls Day“, dass die Betreuung durch erreichbare (im Hinblick auf Geschlecht, Ethnie und sozioökonomischen Hintergrund, aber auch Alter) Role Models die Wahrscheinlichkeit für eine Identifizierung erhöhen, insbesondere bei sehr jungen Frauen (Wentzel, 2014). Damit sich Schülerinnen für eine Lehre in einem Betrieb entscheiden, sind Frauen als Betreuerinnen von signifikanter Bedeutung (ebd., 2014). Allerdings können sich Role Models auch als doppelschneidiges Schwert entpuppen, wenn ihre Biografien geschlechtsbezogenes Wissen aktivieren und damit die Rekonstruktion von Geschlechterdifferenzen unbeabsichtigt fördern.
5. **Broschüren und Medien** rekonstruieren mitunter latent Geschlechterdifferenzen oder bilden Diversität nicht gebührend ab. Sie können aber als Lerngelegenheit genutzt werden, um eigenen stereotypen Vorstellungen auf den Grund zu kommen. Prechtl (2018) schlägt dafür ein vierstufiges Verfahren vor:

Analysis: Stereotype Repräsentationsformen identifizieren.

¹³ RIASEC steht für realistic, investigative, artistic, social, enterprising, conventional

Discovery: Vorbilder im eigenen Lebensumfeld auffinden.

Catalysis: Unterstützung von Berufsorientierungs- und Karriereprozesse durch Mentoring/Coaching.

Synthesis: Nichtstereotype von Role Models in geeigneten Medien darstellen. Diese Neufassung von Medien und Broschüren ist auch ein geeignetes Mittel für die aktivierende Elternarbeit.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Ein MINT-Schwerpunkt soll folgende Zielsetzungen beachten:

- MINT soll Lernprozesse für Kinder und Jugendliche greifbarer und ansprechender machen sowie zu mehr Autonomie, Bildung und Gestaltungsmöglichkeiten im Leben führen.
- Darüber hinaus sollen die Absolvent*innen, gerade Mädchen und junge Frauen, dazu ermutigt werden, MINT-Berufe als Option zu sehen.

Die aktuelle MINT-Forschung belegt, dass es sinnvoll ist, MINT-Unterricht in projekt-, problem- und designbasierten Ansätzen im Kontext zu vermitteln. Um einen Kompetenzerwerb zu ermöglichen, muss ein Lernangebot (gegliedert in MINT-Lehrplan, MINT-Unterricht und MINT-Zusatzangebot) aufgebaut und in geeigneten Strukturen (Organisation, Ressourcen z. B. in Form von Ausstattung) realisiert werden. Wie die Analyse der Lehrpläne unterschiedlicher Länder und die fachdidaktische Forschung zeigt, gibt es einige wichtige Punkte, die in der Curricula-Gestaltung von MINT-Schulen beachtet werden sollten:

- schüler*innenzentrierter Zugang
- Umsetzung von „inquiry-based learning“
- Bearbeitung konkreter Problemstellungen, welche für die Schüler*innen relevant sind
- Entwicklung von wissenschaftlichen Denkweisen und Arbeitstechniken
- Vertiefung und Verfeinerung durch spiralförmig angelegte Lernpfade
- kritisches und ethisch-reflektiertes Denken, Problemlösungskompetenzen, experimentelles Lernen, praktisches Arbeiten und Teamwork
- Rekonstruktion der zentralen Konzepte eines Fachs vor dem Hintergrund der Vorstellungen der Lernenden (didaktische Rekonstruktion) statt Vermittlung detailreichen Faktenwissens
- Die Unterrichtsgestaltung ist reich an Gelegenheit zu kognitiver Aktivierung (Minds on statt Hands on)
- Zentrales Steuermittel für den Unterrichtsprozess ist formatives Feedback
- Auseinandersetzung mit gesellschaftlich bedeutsamen Kontexten mit Bezug zu den Naturwissenschaften, sogenannten „Socio Scientific Issues“ (SSI)

Weiters ist es wichtig, trans- und interdisziplinär zu arbeiten und unterschiedliche Perspektiven (konkret der unterschiedlichen Fächer) zu vereinen. Außerdem sind auch das praktische, problemlösungsorientierte Arbeiten und das Umlegen theoretischer Konzepte auf konkrete Alltags- und Arbeitskontexte zentral. Hier spielen die in Kapitel 3.4 angeführten Kooperationen eine bedeutende Rolle. Nicht zuletzt bedeutet fächerübergreifender Unterricht und Denken nicht nur eine Kooperation zwischen den MINT-Fächern, sondern auch mit den Sprachen (Kommunikation) sowie den bildnerischen Fächern (Visualisierung).

Zusammenfassend lässt sich aus den Forschungsbefunden schließen, dass es Ressourcen (siehe Kapitel 3.3) braucht. Konkret ist mit Ressourcen die personelle, finanzielle und materielle Ausstattung gemeint, also etwa die Qualifikation und Anzahl der MINT-Lehrkräfte, Mittel für die Umsetzung eines Lehrplans, Mittel zur Einrichtung eines MINT-Labors oder auch die technische Ausstattung der Informatikräumlichkeiten.

Gibt es internationale Modelle, die sich mit Erfolg der Frage widmen, wie Mädchen für MINT-Schwerpunkte gewonnen werden können?

- Ein MINT-Schwerpunkt als Alternative (und Konkurrenz) zu Musik- und Sport-Schwerpunkten in der Mittelschule birgt die Gefahr, die institutionell fixierte Geschlechtersegregation, die in

der österreichischen Schule und Berufswelt international gesehen besonders ausgeprägt ist, zu vertiefen statt sie zu lösen.

- Ein MINT-Schwerpunkt, der den Fokus auf mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung (literacy) legt, statt darauf Schüler*innen frühzeitig auf eine einschlägige MINT-Pipeline zu stellen, die sich auf die gesamte Schule bezieht und nicht als Konkurrenz zu anderen Schwerpunkten steht, hat hohes Potenzial, dass Frauen ihre individuellen MINT-Kompetenzen entdecken und weiterentwickeln.

Ein solcher MINT-Schwerpunkt hat folgende Charakteristika:

- Entwicklung eines fachdidaktisch durchdachten MINT-Unterricht für alle Schüler*innen in Kooperation mit Fachdidaktiker*innen (Lesson Studies, Aktionsforschungsvorhaben)
- Schulentwicklung, die explizit auf Geschlechter- und Diversitätswissen, Geschlechter- und Diversitätssensibilität und geschlechter- und diversitätsgerechtes Handeln fokussiert.
- Fachübergreifende Projekte, welche die Entwicklung einer breiten Palette von MINT-Selbstkonzepten unterstützen und mit der schulischen Umwelt vernetzt durchgeführt werden (Fokus: aktuelle gesellschaftliche Problemstellungen)
- Umfassendes Verständnis von Berufsorientierung als Persönlichkeitsentwicklung und Implementierung einer geschlechtersensiblen Berufsorientierung, die mit den MINT-Projekten gut verzahnt ist.
- Aktivierende Elternarbeit um deren „MINT-Kapital“ aufzubauen (Wissen um MINT für den Alltag, Wissen um die vielfältige Ausgestaltung von Berufen im MINT-Bereich)

„Die Geschlechtersegregation ist derart stark in den Strukturen des Bildungswesens und der gesellschaftlichen Umfeldbedingungen verankert, dass diese durch Maßnahmen im Bildungswesen auch weiterhin kaum zu ändern sein wird“ (Lassnig, 2012).

Soll die Entwicklung eines MINT-Schwerpunkts zur Veränderung der Geschlechtersegregation in der Arbeitswelt beitragen, dann ist der politische Wille zu einer gesamtgesellschaftlichen Veränderung, welche die Gleichstellung im Sinne der Menschenrechte in allen gesellschaftlichen Bereichen anstrebt, Voraussetzung.

6 Quellenverzeichnis

- Aeschlimann, Belinda/Herzog, Walter/ Makarova, Elena (2015). Studienpräferenzen von Gymnasiastinnen und Gymnasiasten: Wer entscheidet sich aus welchen Gründen für ein MINT-Studium? *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 37(2), 285-300.
- Archer, Louise/Osborne, Jonathan/DeWitt, Jennifer/Dillon, Justin/ Wong, Billy (2020). Young people's science and career aspirations, age 10-14. *ASPIRES*. Retrieved from <http://hdl.voced.edu.au/10707/292664> (5.6.2021)
- Arnot, Madeleine (2000). Gender Relations and Schooling in the New Century: Conflicts and challenges. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 30(3), 293-302. doi:10.1080/713657472
- Bamberger, Yael M. (2014). Encouraging Girls into Science and Technology with Feminine Role Model: Does This Work? *Journal of Science Education and Technology*, 23(4), 549-561. doi:10.1007/s10956-014-9487-7
- Bartosch, Ilse. (2008). *Undoing Gender im MNI-Unterricht*. In IMST & IUS (Eds.). Retrieved from http://imst.uni-klu.ac.at/imst-wiki/images/7/71/Langfassung_Bartosch2008.pdf (4.5.2021)
- Barzel, B., Büchter, A. & Leuders, T. (2007). *Mathematik-Methodik, Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Scriptor.

- Becky, Francis/Archer, Louise/Moote, Julie/DeWitt, Jennifer/Emily, MacLeod./Yeomans, Lucy (2017). The Construction of Physics as a Quintessentially Masculine Subject: Young People's Perceptions of Gender Issues in Access to Physics. *Sex Roles*(76), 156-174. doi:10.1007/s11199-016-0669-z
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019). *Mit MINT in die Zukunft! Der MINT-Aktionsplan des BMBF*. Herausgeber Referat Grundsatzfragen der Digitalisierung; Strategien für die Wissensgesellschaft; Berlin.
- Bybee, Rodger (2010). What is STEM education? *American Association for the Advancement of Science*. 329 (5995).
- Calabrese Barton, Angela/Kang, Hosun/Tan, Edna/O'Neill, Tara B./Bautista-Guerra, Juanita/ Brecklin, Caitlin (2013). Crafting a Future in Science: Tracing Middle School Girls' Identity Work Over Time and Space. *American Educational Research Journal*, 50(1), 37-75. doi:10.3102/0002831212458142
- Dawson, Emily (2017). Social justice and out-of-school science learning: Exploring equity in science television, science clubs and maker spaces. *Science Education*, 101(4), 539-547. doi:10.1002/sce.21288
- Diebels, Philipp& Lück, Gisela (2018). Bereiten wir genügend auf MINT-Berufe vor? In Katharina Groß & Andrea Schumacher (Eds.), *Einblicke in die chemiedidaktische Forschung zu den Schwerpunkten individuelle Förderung und naturwissenschaftliches Arbeiten. Festschrift für Prof. Dr. Ch. S. Reiners* (pp. 71-86). Köln: Universitäts- und Stadtbibliothek Köln.
- Eurydice (2011). *Welcome to Eurydice* | Eurydice (europa.eu), Retrieved from <https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/> (5.5.2021)
- Fischler, Helmut/Gebhard, Ulrich/ Rehm, Markus (2018). Naturwissenschaftliche Bildung und Scientific Literacy. In Dirk Krüger/Ilka Parchmann/Horst Schecker (Eds.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 11-31). Berlin Heidelberg: Springer.
- Flohr, Matthias /Menze, Laura/ Protsch, Paula (2020). Berufliche Aspirationen im Kontext regionaler Berufsstrukturen. *Köln Z Soziol*(72), 79-104. doi:https://doi.org/10.1007/s11577-020-00665-4
- Hannover, Bettina& Kessels, Ursula (2004). Self-to-prototype matching as a strategy making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*(14), 51-67.
- Häussler, Peter & Hoffmann, Lore (2000). A curricular frame for physics education: Development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science Education*(84), 689-705.
- Hazari, Zahra/Sonnert, Gerhard/Sadler, Philip M./ Shanahan, Marie-Claire (2009). Connecting High School Physics Experiences, Outcome Expectations, Physics Identity, and Physics Career Choice: A Gender Study. *Journal of Physics Education*, 47, 978-1003.
- Hendrichs, Marti (2016). *Primary School Curricula Analysis*, Vienna International School (unveröffentlicht).
- Holman, J. (2011). Forward. Design and technology: *An international journal*, 16(1), 6.
- Honey, M./Pearson, G./Schweingruber, H. (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an Agenda for research. Washington, DC: *National Academies Press*. Retrieved from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=18612 (5.6.2021)
- Holland, John L. (1997). Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments. Odessa, FL: *Psychological Assessment Resources*.
- Hudson, Mary-Alice/Baek, Youngkyun/Ching, Yu-hui/Rice, Kerry (2020): Using a Multifaceted Robotics-Based Intervention to Increase Student Interest in STEM Subjects Careers, *Springer Nature Switzerland AG*.
- Kang, Hosun/Calabrese Barton, Angela/Tan, Edna/D. Simpkins, Sandra/Rhee, Hyang-yon/ Turner, Chandler (2019). How do middle school girls of color develop STEM identities? Middle school girls' participation in science activities and identification with STEM careers. *Science Education*, 103(2), 418-439. doi:https://doi.org/10.1002/sce.21492

- Kelley, Todd R./Knowles, J. Geoff (2016). A conceptual framework for integrated STEM education *International Journal of STEM Education*.
- Kessels, Ursula/Hannover, Bettina (2006). Zum Einfluss des Images von mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulfächern auf die schulische Interessensentwicklung. In Manfred Prenzel & Lars Allolio-Näcke (Eds.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Forschungsprojekts* (pp. 350-369). Münster/New York/München/Berlin: Waxman.
- Krainer, Konrad/Müller, Florian H./Haidinger, Wolfgang (2013). „MINT2020“ –Der Unterricht von morgen. *Industriellenvereinigung und Instituts für Unterrichts- und Schulentwicklung an der School of Education der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt*.
- Krapp, Andreas (1992). Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In Andreas Krapp & Manfred Prenzel (Eds.), *Interessen, Lernen, Leistung* (pp. 9-52). Münster: Aschendorff.
- Lassnigg, Lorenz (2012). Die berufliche Erstausbildung zwischen Wettbewerbsfähigkeit, sozialen Ansprüchen und Lifelong Learning – eine Policy-Analyse. In Barbara Herzog-Punzenberger (Ed.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2012, Band 2. Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen* (pp. 313-354). Graz: Leykam.
- Leisen (2015). Fachlernen und Sprachlernen! Bringt zusammen, was zusammen gehört! *MNU* 68, 68(3), 132-137.
- Li, Yeping/ Wang, Ke/Xiao, Yu/Froyd, Geoffrey (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publication. *International Journal of STEM Education*.
- Lunetta, Vincent N./Hofstein, Avi/ Clough, Michael P. (2005). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In Sandra Abbell & Norman G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 393-442). New York, London: Routledge.
- Mokhonko, Svitlana/Nickolaus, Reinhold/ Windaus, Anne (2014). Förderung von Mädchen in Naturwissenschaften: Schülerlabore und ihre Effekte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 143-159. doi:10.1007/s40573-014-0016-2
- Muckenfuß, Heinz (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext*. Berlin: Cornelson.
- Posch, Peter (2019). Lesson Studies und Learning Studies. In Ulrich Steffens & Peter Posch (Eds.), *Lehrerprofessionalität und Schulqualität. Grundlagen der Qualität von Schule 4* (pp. 189-212). Münster, New York: Waxmann.
- Prediger, Susanne (2013). Darstellungen, Register und mentale Konstruktionen von Bedeutungen und Beziehungen - mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und bearbeiten. In Michael Becker-Mrotzek/Karen Schramm/Eike Thürmann/Helmut Johannes Vollmer (Eds.), *Sprache im Fach. Sprache und fachliches Lernen* (pp. 167-184). Münster: Waxmann.
- Prechtl, Markus (2018). Über die Herausforderung einer individualisierten und gendersensiblen Berufsorientierung für Schülerinnen in Chemie. In Katharina Groß & Andrea Schumacher (Eds.), *Einblicke in die chemiedidaktische Forschung zu den Schwerpunkten individuelle Förderung und naturwissenschaftliches Arbeiten. Festschrift für Prof. Dr. Ch. S. Reiners* (pp. 87-110). Köln: Universitäts- und Stadtbibliothek Köln.
- Rosemann, Heike (2015). *Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik: Profitieren Schülerinnen Und Schüler von MINT-Klassen von Diesem Konzept?* Diplomica Verlag, Hamburg.
- Rüsing, Michael/Voigt, Ellen/Reeker, Holger (2020). Impulse zur Weiterentwicklung des Unterrichts in den MINT-Fächern. *SINUS.NRW: Motivation durch kognitive Aktivierung*; Retrieved from <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-71721-3> (21.4.2021)
- Salchegger, Silvia/Glaeser, Anna/ Pareiss, Manuela (2019). Top in Physik, aber trotzdem kein MINT-Beruf? Geschlechtsspezifische Berufsaspirationen von Spitzenschülerinnen und -schülern. In Franz Gramlinger/Annette Ostendorf/Carola Iller/Kurt Schmid/Georg Tafner (Eds.), *Bildung =*

- Berufsbildung?!: Beiträge zur 6. Berufsbildungsforschungskonferenz (BBFK)* (pp. 367-380). Bielefeld: wbv.
- Scantlebury, Kathryn & Baker, Dale (2007). Gender Issues in Science Education Research: Remembering Where the Difference Lies. In Sandra K. Abell & Norman G. Lederman (Eds.), *Handbook of Science Education* (pp. 257-281). Mahwah: Routledge.
- Schleicher, Andreas/ Cresswell, John/ Ikeda, Miyako/Shewbridge, Claire (2007). Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [OECD] (Hrsg.): *PISA 2006. Schulleistungen in internationalen Vergleich. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen*. Gütersloh: Bertelsmann Verlag.
- Schreiner, Camilla & Sjøberg, Svein (2007). Science education and youth's identity construction - two incompatible projects? In Deborah Corrigan/Justin Dillon/Richard Gunstone (Eds.), *The reemergence of Values in the Science Curriculum* (pp. 231-247). Rotterdam: Sense Publishers.
- Seidel, Tina/Reinhold, Sarah/ Holzberger, Doris/Mok, Sog Yee Mok/ Schiepe-Tiska, Anja/Reiss, Kristina (2016). *Wie gelingen MINT-Schulen? Anregungen aus Forschung und Praxis Zentrum für internationale Vergleichsstudien (ZIB)*. Technische Universität München (TUM), Waxmannverlag.
- Statistik Austria (2021a). Bildungsniveau der Bevölkerung. Retrieved from https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/gender-statistik/bildung/index.html (6.5.2021)
- Statistik Austria (2021b). Übertritte und Bildungsverläufe: Vorbildung der Schülerinnen und Schüler der 9. Schulstufe im Schuljahr 2019/20, Retrieved from https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung/schulen/uebertritte_und_bildungsverlaeufe/index.html (6.5.2021)
- Statistik Austria (2021c). Gender Statistik Bildung https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/gender-statistik/bildung/index.html (7.5.2021)
- Steele, Claude M. (1997). A threat in the air. How stereotypes shape intellectual identity and performance. *American Psychologist*, 52(6), 613-629.
- Steele, Claude M. & Aronson, Joshua (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797-811.
- Tan, Edna/Calabrese Barton, Angela/Kang, Hosun/ O'Neill, Tara (2013). Desiring a career in STEM-related fields: How middle school girls articulate and negotiate identities-in-practice in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(10), 1143-1179.
doi:<https://doi.org/10.1002/tea.21123>
- Tesch, Maike & Duit, Reinders (2004). Experimentieren im Physikunterricht - Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg.10, 51-69.
- Wentzel, Wenka (2014). Weibliche Rollenvorbilder in MINT-Berufsorientierungsprojekten für Mädchen – verzichtbar oder überschätzt? Der Einfluss weiblicher Betreuungspersonen am Girls' Day auf die Berufsorientierung der Teilnehmerinnen . In Lore Funk & Wenka Wentzel (Eds.), *Mädchen auf dem Weg ins Erwerbsleben: Wünsche, Werte, Berufsbilder; Forschungsergebnisse zum Girls' Day - Mädchen-Zukunftstag 2013*. (pp. 93-134). Opladen: Budrich.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26–35.
- Wong, Vicky/Dillon, Justin/ King, Heather (2016). STEM in England: meanings and motivations in the policy arena. *International Journal of Science Education*, 38(15), 2346-2366.
doi:10.1080/09500693.2016.1242818
- Ziegler, Albert/Reutlinger, Marold/ Hering, Eva Marie (2012). Soziotope als konstitutive Rahmenbedingungen der MINT-Förderung von Mädchen und Frauen In Heidrun Stöger/Albert Ziegler/Michael Heilemann (Eds.), *Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten* (pp. 229-247). Berlin: Lit.