

Handlungsempfehlungen für Schulen

Ergebnisse des Projekts digiMINT¹ - Digitalisierung als Chance für Frauen in MINT: Schule – Studium – Beruf

Anna-Kathrin Wimmer, Dipl.-Soz.; Prof. Dr. phil. Yves Jeanrenaud

Inhalt

Einführung	2
Begeisterung für MINT wecken	2
Praxisorientierter MINT-Unterricht.....	6
Projektbasiertes Lernen	7
Kollaboratives Lernen	9
Digitale Lernumgebungen	12
Fazit: Lernumgebungen gestalten, nicht nur Inhalte vermitteln	13
Literaturverzeichnis	14

Hinweis: Wir verwenden in unserer Studie die Selbstdefinition der Befragten und Interviewten, wobei alle Dimensionen von Geschlecht forschungspragmatisch subsumiert sind.

¹ Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) unter dem Förderkennzeichen 01FP22M01 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Einführung

Die vorliegenden Handlungsempfehlungen entstanden im Rahmen des BMFTR-geförderten Forschungsprojekts ‚digiMINT‘ (FKZ: 01FP22M01). Das Projekt widmete sich der Frage, wie die Repräsentanz von Frauen in den Feldern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT) – speziell im Maschinen- und Anlagenbau – gestärkt werden kann. Mittels eines Methodenmix aus qualitativen, problemzentrierten Interviews mit Schülerinnen und MINT-Studentinnen sowie quantitativer Online-Surveys mit weiblichen Fachkräften aus dem Maschinen- und Anlagenbau wurde ein multiperspektivisches Bild der Studien- und Arbeitsbedingungen im MINT-Bereich gewonnen. Untersucht wurde, welche strukturellen, kulturellen und individuellen Faktoren die Gewinnung, Vernetzung und Eigeninitiative von Frauen fördern oder behindern. In enger Kooperation mit Akteur*innen aus Wissenschaft und Praxis wurden daraus konkrete Strategien und Handlungsempfehlungen entwickelt, die zur Erhöhung des MINT-Frauenanteils beitragen sollen.

Die aktuellen Projektergebnisse bestätigen, dass schulische Lernumgebungen maßgeblich dazu beitragen, ob frühes Interesse an Technik und Naturwissenschaften erhalten bleibt und in eine reale Bildungs- und Berufsorientierung überführt wird. Motivation, Zugehörigkeitserleben und Selbstwirksamkeit entstehen dabei nicht allein auf individueller Ebene, sondern entwickeln sich wesentlich im Zusammenspiel von schulischen Rahmenbedingungen, Unterrichtsgestaltung und der soziale Lernatmosphäre.

Vor diesem Hintergrund lassen sich die Handlungsempfehlungen für Schulen entlang mehrerer miteinander verschränkter Bereiche strukturieren. Sie richten den Blick darauf, wie Sinn- und Motivationsbezüge im Unterricht gestärkt, anwendungsorientierte Lernsettings gestaltet, kooperative Lernformate verankert, Möglichkeiten zur Übernahme von Eigenverantwortung geschaffen sowie digitale Lernumgebungen reflektiert genutzt werden können.

Begeisterung für MINT wecken

Die Ausbildung geschlechterstereotyper Erwartungen und Rollenbilder beginnt bereits im frühen Kindesalter (Oppermann et al. 2020). Vor diesem Hintergrund spielen schulische Erfahrungen mit Technik und Naturwissenschaften eine

entscheidende Rolle für spätere Bildungs- und Berufsentscheidungen. Sie können bestehende Stereotype entweder aktiv aufbrechen oder verfestigen.

Bereits in der gymnasialen Oberstufe zeigen sich deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede in der Wahl naturwissenschaftlicher und technischer Leistungskurse (Helbig 2012; Welberg et al. 2025). Die Wahl der Leistungskurse gilt dabei als ein zentraler Prädiktor für die spätere Studienfachwahl und damit für den Zugang zu technischen Studiengängen (Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2010; Hetze 2011).

Was im Schulalter früh als nicht passend zur eigenen Person erlebt wird, prägt Bildungs- und Berufsentscheidungen oft noch weit über Schulzeit hinaus (Eccles und Wigfield 2020; Häußler und Hoffmann 1995).

Die Projektergebnisse zeigen, dass Fachinteresse nicht als stabiles individuelles Merkmal zu verstehen ist, sondern wesentlich im sozialen Kontext entsteht. Schülerinnen entwickeln fachspezifisches Interesse und Karrieremotivation insbesondere dann, wenn sie sich im Unterricht als handlungsfähig und kompetent erleben. Entscheidend sind Lernumgebungen, in denen eigene Stärken sichtbar gemacht und Lernfortschritte wahrgenommen werden – anstatt primär Defizite im Vergleich zu anderen betonen.

„Ich denke, dass ich bereits in der Schule einfach so viel Kontakt zu den naturwissenschaftlichen Themen hatte. Und ja, also, ich hatte ja schon irgendwie Vorkenntnisse. Und ich glaube auch, dadurch, dass ich halt viel an so Wettbewerben und so Korrespondenzzirkeln teilgenommen habe, habe ich auch so ein Gefühl dafür bekommen, wie das außerhalb von Schulmathematik ist. Quasi mit so Beweisführung und so. Also, genau. Also, ich habe da schon mal einen Einblick bekommen und das hat mir ganz gut gefallen.“

(Studienanfängerin, 21 Jahre)

Solche Erfahrungen prägen nicht nur das aktuelle Lernverhalten, sondern wirken auch auf spätere Bildungsentscheidungen. Entscheidungen für oder gegen ein MINT-Studium hängen damit nicht allein von objektiven Leistungsindikatoren ab, sondern auch wesentlich davon, ob Schülerinnen technische Inhalte als bedeutsam, anschlussfähig an die eigenen Fähigkeiten und als potenzielles Tätigkeitsfeld für sich wahrnehmen. Diese Prozesse sind eng mit dem Erleben von Kompetenz, Sinnhaftigkeit und Zugehörigkeit verknüpft.

Frühzeitige Technikförderung sollte daher nicht primär auf Leistungssteigerung ausgerichtet sein, sondern vor allem positive Selbstzuschreibungen ermöglichen: Neugier, Selbstvertrauen und das Erleben eigener Gestaltungswirksamkeit können hier vermehrt im Fokus stehen.

Lernsettings, die Technik nicht als abstraktes Expertenwissen sondern als gestaltbar, alltagsrelevant und gesellschaftlich bedeutsam vermitteln, machen technische Inhalte zugänglich. Selbstwirksamkeitserfahrungen – etwa durch experimentelles Arbeiten, problemlösendes Lernen und konstruktives Feedback – bilden dabei die zentrale Brücke zwischen frühem Interesse und langfristiger Bildungsorientierung.

„Das muss man sagen, ja. Das Interesse kam definitiv dadurch, dass ich im Arbeitsalltag die Erfahrung gemacht habe. Und nicht über / weder über Schule noch über Uni. Das hat sich dann ergänzt mit den Fächern im Bachelor. Aber tatsächlich die praktische Erfahrung war es, die da mein Interesse geweckt hat.“ (Studienanfängerin, 21 Jahre)

Vorbilder und soziales Umfeld

Das soziale Umfeld spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Interesse und Motivation für MINT-Fächer. Entscheidend sind dabei auch vertrauensvolle Beziehungen und die Unterstützung durch Lehrkräfte, Peers und Familie, da diese relationalen Erfahrungen maßgeblich prägen können, ob Schülerinnen langfristiges Interesse an technischen Fächern entwickeln. Konstruktive Rückmeldungen, Ermutigung und das Gefühl, kompetent zu sein, wirken dabei nicht nur motivationssteigernd, sondern auch identitätsbildend. Solche sozialen Bestärkungsprozesse stärken Lernbereitschaft, Interesse und Motivation für MINT-Fächer aus.

„Ja, also meine Eltern schon in gewisser Weise, würde ich tatsächlich sagen. Also meine Mama, die hat zum Beispiel früher / die hat auch viel mit Jungs, sage ich mal, gespielt. Und dann hat sie mir halt auch so Sachen gezeigt. Hier so / keine Ahnung, waren wir halt auch viel im Wald. Haben irgendwie so Sachen gebaut, oder so. Und das hat ja auch schon ein bisschen / Oder mit LEGO halt total viel / Ich würde sagen, da kam es auch schon ein bisschen mit her tatsächlich.“ (Schülerin, 19 Jahre)

Wenn junge Menschen bereits früh Einblick in technische Tätigkeitsfelder erhalten – etwa durch Eltern, Verwandte oder andere Bezugspersonen in MINT-Berufen – entwickeln sie häufig ein konkretes und positiv besetztes Verständnis davon, was technische Arbeit bedeutet und welche Perspektiven sich daraus ergeben.

Solche Begegnungen tragen zur Normalisierung technischer Berufsfelder bei und prägen, welche Vorstellungen von Technik, Kompetenz sowie beruflichen Perspektiven entstehen und ob sich Schülerinnen damit verstärkt identifizieren können.

Dabei ist auch die Haltung der Lehrkräfte zentral. Lehrpersonen, die Technik und Naturwissenschaften mit sichtbarer Freude vermitteln, können eine Atmosphäre schaffen, in der Neugier auf MINT als selbstverständlich gilt. Ein Unterricht, der Fragen zulässt und nicht ausschließlich richtige Ergebnisse betont, ermöglicht es Schülerinnen, ohne Angst vor Bewertung oder Infragestellung von Geschlechterrollen nachzufragen, warum etwas funktioniert oder wozu es gebraucht wird. Dies kann ein tieferes Verständnis technischer Zusammenhänge fördern und die Bereitschaft erhöhen, sich dauerhaft mit dem MINT-Fach auseinanderzusetzen.

Entscheidend ist dabei weniger die bloße Präsenz von Vorbildern und Bezugspersonen als ihre Authentizität, Nahbarkeit und soziale Erreichbarkeit. Insbesondere weibliche Vorbilder entfalten eine hohe Orientierungswirkung, da sie sichtbar machen, dass technische Kompetenz und MINT-Berufe nicht geschlechtsgebunden sind, sondern vielfältige Bildungs- und Berufswege eröffnen.

Viele der Befragten stammen aus akademischen Elternhäusern – ein Befund, der den bedeutsamen Einfluss des familiären Hintergrunds auf frühe MINT-Orientierungen bestätigt.

Gerade vor diesem Hintergrund kommt Schulen eine ausgleichende Funktion zu: Sie können Orte sein, an denen Zugehörigkeit, realistische Kompetenzzuschreibungen und positive Technikbilder unabhängig vom Elternhaus erfahrbar werden. Damit wird Schule nicht nur zum Lernort, sondern auch zum zentralen Orientierungsraum, in dem Interesse stabilisiert, Selbstwirksamkeit aufgebaut und soziale Passung zu MINT-Feldern ermöglicht werden kann.

Für die schulische Praxis bedeutet dies: Vorbilder sollten nicht nur punktuell eingesetzt, sondern systematisch in schulische Lern- und Orientierungsprozesse eingebunden werden. Dies kann zum Beispiel durch projektbezogene

Kooperationen geschehen. Wichtig ist dabei, unterschiedlicher Bildungs- und Berufsbiografien im Unterricht sichtbar zu machen, um so die Bandbreite möglicher Wege aufzuzeigen.

„Ich habe Lehrer erlebt, die uns immer noch in so Muster gedrängt haben und uns gar nicht viel Entfaltungsmöglichkeit gegeben haben. Oder halt eben diese Lehrer, die das gemacht haben, die uns dabei unterstützt haben, auch andere Sachen zu machen, zum Beispiel sowas wie Physik im Advent. Das haben die uns dann jetzt aufgezeigt und gesagt, das gibt es. Wer mal Lust hat, sich damit auseinanderzusetzen, kann das machen oder auch das mal im Unterricht vorstellen. Dafür werden wir Zeit einrichten. Man hat sich einfach als Schüler gehört gefühlt und natürlich darüber hinaus auch die Möglichkeit bekommen, seinen Horizont zu erweitern über den schulischen Rahmen hinaus, den andere Lehrer eben nicht gewährleistet haben. Die sehr darauf erpicht waren, nur das, was im Lehrplan steht, sozusagen abzuhandeln.“
(Schülerin, 18 Jahre)

Praxisorientierter MINT-Unterricht

Die Ergebnisse des Projektes zeigen, dass schulischer MINT-Unterricht insbesondere dann Interesse und Motivation fördern kann, wenn fachliche Inhalte nicht ausschließlich abstrakt vermittelt, sondern auch mit konkreten Beispielen und praktischen Anwendungsbezügen verknüpft werden. Schülerinnen entwickeln ein langfristiges Interesse an den Fächern vor allem dann, wenn sie den praktischen Nutzen technischer und naturwissenschaftlicher Konzepte nicht nur verstehen, sondern auch alltagsnah erproben oder auf alltägliche Bereiche übertragen können.

„Dann haben wir mit so LEGO-Robotern [gearbeitet], dann konnte man das Programmieren und es hat mir auch immer viel Spaß gemacht. Ich hatte dann auch mir einen eigenen gekauft zu Hause und das weitergemacht, weil ich das superspannend fand. Und ja, das hat auf jeden Fall auch dazu beigetragen, dass ich mich eben immer mehr dafür interessiert habe.“
(Schülerin, 18 Jahre)

Es geht also nicht nur um die reine Vermittlung von Unterrichtsstoff, sondern auch darum, Lernumgebungen zu schaffen, die eigenständiges Arbeiten ermöglichen und in denen technische Zusammenhänge unmittelbar erfahrbar werden.

In solchen Lernumgebungen entstehen zentrale Voraussetzungen für die Entwicklung von Selbstwirksamkeit. Selbstwirksamkeit entsteht dabei vor allem in Unterrichtsformaten, die eigenständiges Ausprobieren und Problemlösen ermöglichen (Conradty und Bogner 2020). Projektorientierte Lernsettings in Naturwissenschaften können dabei die Selbstwirksamkeit von Lernenden stärken und dazu beitragen, die Motivation längerfristig zu stabilisieren (Lazarides und Raufelder 2021). Insbesondere Lernsettings, in denen Fehler zugelassen sind und verschiedene Lösungswege ausprobiert werden dürfen, stärken das Vertrauen in die eigene Kompetenz. Gerade für Schülerinnen, die in technischen Kontexten häufig mit stereotypen Zuschreibungen konfrontiert sind, können solche konkreten Erfolgserlebnisse einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung technischer Selbstwirksamkeit leisten.

Interaktive und praxisnahe Zugänge – wie zum Beispiel experimentelles Arbeiten, problemlösendes Lernen oder projektorientierte Aufgaben – erweisen sich als wirksame Möglichkeiten, um Interesse an MINT-Fächern zu fördern und vorher als abstrakt wahrgenommene Inhalte zugänglich zu machen. Solche Formate machen technische Inhalte nicht nur verständlich, sondern auch gestaltbar und erfahrbar, und verschieben die Perspektive von „Wissen reproduzieren“ hin zu „Wissen anwenden und gestalten“. Empirische Befunde zeigen, dass praxisnahe, selbstgesteuerte Lernprozesse das Vertrauen in die eigenen technischen Fähigkeiten nachhaltig stärken können (vgl. Henriksen 2014; Schweder und Raufelder 2022).

Damit können sie traditionelle, vorwiegend frontale Unterrichtsformen erweitern und Lernprozesse schaffen, in denen technische Inhalte als zugänglich, sinnhaft und an die eigenen Fähigkeiten anschlussfähig erlebt werden können.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass es nicht nur auf einzelne praxisnahe Elemente ankommt, sondern auf Lernformate, die solche Erfahrungen systematisch ermöglichen.

Projektbasiertes Lernen

Ein geeignetes Format, um solche praxisorientierten Lernprozesse systematisch umzusetzen, stellt projektbasiertes Lernen dar.

Projektbasiertes Lernen, problemorientierter Unterricht oder anwendungsnahe Fallbeispiele gehen über eine bloße Praxisorientierung hinaus, weil sie theoretisches Wissen mit praktischer Umsetzung verbinden und so

Selbstwirksamkeit, Lernmotivation und Berufsaspirationen fördern können (Wimmer 2023; Henriksen 2014). Weitere Befunde deuten zudem darauf hin, dass selbstgesteuerte, praxisnahe Lernprozesse – wie sie in projektorientierten Formaten entstehen – sowohl Selbstwirksamkeit als auch situative Lernmotivation in MINT-Fächern erhöhen können (Conradty und Bogner 2020; Lazarides und Raufelder 2021; Schweder und Raufelder 2022; Shin 2018).

Als besonders motivierend werden solche Lernsettings beschrieben, in denen Schülerinnen erkennen können, welches technische Wissen hinter konkreten Anwendungen steckt – und wie es eingesetzt werden kann.

*„Wenn ich verstehe und anwenden kann, wenn ich nicht irgendwie dahocke und jetzt denke, okay, ich habe keine Ahnung, muss ich es jetzt einfach annehmen. Sondern ich mir wirklich herleiten kann, wie es funktioniert, warum es funktioniert. Ja, das macht dann, dann macht es richtig Spaß. Dann bin ich auch sehr motiviert.“
(Studienanfängerin, 21 Jahre)*

Abstrakte Inhalte werden dadurch verstärkt in handlungsrelevante Kontexte eingebettet, sodass Schülerinnen MINT-Fächer nicht mehr überwiegend als theoriegetrieben oder alltagsfern erleben, sondern sich selbst als handlungsfähige Problemlöserinnen erfahren können, die reale Herausforderungen bewältigen. Solche Erfahrungen können das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und die Überzeugung stärken, in technischen Feldern kompetent zu sein.

Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, den Fokus auf Kontextualisierung und Sinnstiftung zu legen - ein Ansatz, der es Schülerinnen ermöglicht, eigene Fähigkeiten jenseits stereotyper Zuschreibungen zu erkunden (Peixoto et al. 2018). Solche kontextualisierten Lernumgebungen können besonders wirksam zur MINT-Identitätsentwicklung von Mädchen beitragen, da sie es ermöglichen, eigene Fähigkeiten als anschlussfähig an technische Inhalte zu erleben und sich selbst als kompetent in diesem Bereich wahrzunehmen.

Schulische Werkstätten, Labore oder Maker-Spaces usw. bieten hierfür einen geeigneten Rahmen: Durch den Einsatz digitaler und analoger Werkzeuge können Schülerinnen technische Zusammenhänge unmittelbar erfahren und ihr Handeln mit sichtbaren Ergebnissen verknüpfen. Im Vordergrund steht dabei die Erfahrung, einen komplexen Arbeitsprozess eigenständig zu planen, zu strukturieren und zu

bewältigen – eine Erfahrung, die sich wiederholt als bedeutsam für die Entwicklung von MINT-Interesse erwiesen hat.

Interaktive, problemlösende Übungen aktivieren dabei auch intuitives und spielerisches Denken und begünstigen Exploration und Experimentieren (Conradty und Bogner 2020). Auch internationale Befunde zeigen, dass solche anwendungsorientierten Formate Engagement und Interesse an MINT-Fächern deutlich stärken können (OECD 2023; Kelley und Knowles 2016).

Die curriculare Verankerung solcher Ansätze erfordert jedoch mehr als punktuelle Projekte.

Benötigt wird vielmehr eine didaktische Weiterentwicklung des Unterrichts:

Mehr Zeit für eigenständiges Experimentieren, eine stärkere Verzahnung von Theorie und Praxis sowie eine Bewertungskultur, die Lernprozesse, den Umgang mit Herausforderungen würdigt und nicht ausschließlich theoretisches Wissen bewertet.

Praxisorientierung sollte dabei nicht additiv, sondern als strukturelles Element schulischer MINT-Bildung verankert werden.

Insgesamt zeigen die Befunde, dass eine anwendungsorientierte MINT-Pädagogik einen zentralen Beitrag dazu leisten kann, MINT-Fächer als sinnhaft, relevant und zugänglich zu vermitteln. Schulen können damit jene Lernerfahrungen ermöglichen, die technisches Interesse nicht nur aufbauen, sondern auch langfristig stabilisieren und weiterentwickeln.

Kollaboratives Lernen

Die Interviews des Projekts zeigen, dass kollaborative Lernformate im schulischen MINT-Unterricht eine zentrale Rolle für Motivation, Zugehörigkeitserleben und nachhaltiges Interesse spielen können. In gemeinsamen Arbeitsprozessen erleben Schülerinnen, dass Unsicherheiten, Fehler und Wissenslücken nicht als individuelles Versagen wahrgenommen werden müssen, sondern als normaler Bestandteil eines gemeinsamen Lernprozesses verstanden werden können. Dies kann insbesondere im MINT-Bereich entlastend wirken, da Leistungsdruck und stereotype Zuschreibungen im sozialen Austausch relativiert werden können. Das erlebte Zugehörigkeitsgefühl zur Lerngruppe stärkt die Bereitschaft, sich aktiv einzubringen und auch anspruchsvolle Aufgaben anzugehen (Johnson et al. 2014; La Rocca 2015; Theobald et al. 2020).

Lernen wird von Schülerinnen speziell dann als sinnhaft und unterstützend erlebt, wenn fachliche Anforderungen nicht isoliert, sondern in sozialen Lernkontexten bearbeitet werden. Entscheidend ist, dass Lernende gemeinsam an Fragestellungen arbeiten, Lösungswege diskutieren und Verantwortung innerhalb einer Gruppe teilen zu können. Gruppenarbeit eröffnet so Räume für Austausch, gegenseitige Unterstützung und geteilte Problemlösungsprozesse und kann damit individualisiertem Leistungsdenken entgegenwirken (Schweder und Raufelder 2022; Chen 2019).

*„Es gibt natürlich immer Unterschiede, aber ich würde sagen, der wirklich größte Teil ist schon immer unterstützend dabei und hat auch Interesse, oder steht dahinter, dass man es wirklich versteht. (...) Und man fühlt sich natürlich auch einfach viel wohler im Unterricht. Und man hat nicht so den Druck, es muss perfekt werden. Sondern es ist auch okay, wenn es mal nicht klappt. So, ich würde sagen, jetzt einfach ein viel angenehmeres Lernen.“
(Schülerin, 19 Jahre)*

Lehrkräfte fungieren in diesen Lernsettings nicht als reine Wissensvermittelnde, sondern können als begleitende, nahbare Bezugspersonen auftreten. Sie schaffen im Idealfall einen geschützten Rahmen, in dem Ausprobieren und auch Scheitern als Teil des Lernprozesses akzeptiert werden. Dadurch werden Lernsituationen gefördert, in denen Schülerinnen sich eigenverantwortlich und selbstwirksam erleben können.

„Und sie ist da halt auch wirklich sehr verständnisvoll und geht halt auch wirklich auf unsere Bedürfnisse ein. Und kommt nicht einfach rein, zieht ihren Unterricht durch, ohne vielleicht zu fragen, wie es uns geht oder Sonstigem. Sondern es ist dann halt auch wirklich so, dass wenn irgendwas vorliegt oder Sonstiges, dass es dann halt auch mal wirklich heißt: "Okay. Der Unterricht wird jetzt zur Seite geschoben. Das können wir auch noch nächste Stunde machen. Das hier ist jetzt das Problem und darum kümmern wir uns jetzt auch." Und das trägt halt alles sehr dazu bei, dass wir wirklich ein gutes Verhältnis zu unserer Lehrerin haben und man sich auch einfach auf den Unterricht freut und gerne in dem Kurs ist. Wodurch dann halt auch in einem kommt, dass man halt auch mehr Spaß daran hat. Und auch wie sie ihren Unterricht vermittelt. Und es ist halt auch / Man muss sagen, sie erklärt sehr gut. Und es ist aber halt auch einfach, wie gesagt, dieses lockere Verhältnis, wo dann halt auch mal zwischendurch

*ein Witz gemacht werden kann und keiner den Kopf abgerissen bekommt oder Sonstiges.“
(Schülerin, 18 Jahre)*

Für den schulischen MINT-Unterricht bedeutet dies, dass kollaborative Settings bewusst und strukturiert gestaltet werden sollten. Gruppenarbeiten benötigen klare gemeinsame Ziele, zugleich jedoch Raum für Aushandlungsprozesse.

Lehrkräfte übernehmen hierbei eine moderierende und begleitende Rolle: Sie schaffen einen sicheren Lernrahmen, etablieren eine konstruktive Feedbackkultur und tragen dazu bei, Beteiligungshürden zu senken, sodass Ideen offen geäußert und weiterentwickelt werden können. Neben fachlicher Expertise umfasst diese Rolle ausdrücklich auch Beziehungsarbeit, Prozessbegleitung und Vertrauensaufbau.

Kollaborative Lernformate können zudem die Entwicklung von Eigenverantwortung und Selbstorganisation fördern. Wenn Schülerinnen gemeinsam Projekte planen, Arbeitsschritte koordinieren und Ergebnisse präsentieren, können sie neben fachlichem Wissen auch soziale und kommunikative Kompetenzen erwerben, die für MINT-Karrieren ebenso zentral sind (Binkley et al. 2012). Diese Fähigkeiten sind nicht nur für spätere Bildungs- und Berufswege relevant, sondern tragen bereits im schulischen Kontext dazu bei, MINT-Fächer als kooperative und gestaltbare Praxisfelder wahrzunehmen. Sie sind nicht mehr primär individualisierte Leistungsszenarien, sondern fußen auf ein kooperierendes Lernklima.

Soziale Verbindungen und gemeinsame Lernerfahrungen wurden in den Interviews als zentrale Treiber von Lernprozessen beschrieben. Nachhaltige Lernfortschritte entstehen häufig im Dialog – durch gemeinsames Nachdenken, das Diskutieren unterschiedlicher Perspektiven und den spontanen Austausch von Ideen (Mercer und Howe 2012).

Phasen individueller Reflexion bleiben dabei für das Verstehen fachlicher Inhalte unverzichtbar – kollaborative und individuelle Lernprozesse stehen somit nicht im Widerspruch, sondern können sich gegenseitig ergänzen.

Durch bewusst gestaltete kooperative Lernsettings können Schülerinnen frühzeitig erfahren, dass technische und naturwissenschaftliche Herausforderungen gemeinsam bewältigt werden können – eine Erfahrung, die langfristige Bildungs- und Berufsentscheidungen positiv prägen kann.

Kollaboratives Lernen fördert damit nicht nur fachliches Verständnis, sondern kann auch zur Zugehörigkeit, Motivation und Bereitschaft beitragen, sich aktiv einzubringen. Schulen sind daher gefordert, digitale und analoge Lernformen gezielt zu verzahnen und kooperative Lernformen als festen Bestandteil einer lernförderlichen MINT-Pädagogik zu etablieren.

Digitale Lernumgebungen

Digitale Werkzeuge können kollaborative Lernprozesse zusätzlich unterstützen, etwa durch gemeinsame Dokumentationsplattformen, kollaborative Planungs- oder Präsentationstools.

Während solche Tools zunehmend Einzug in den Schulalltag halten, betonen die Ergebnisse aus den Interviews des Forschungsprojekts, dass die haptische und praktische Erfahrung im Umgang mit Materialien und Technologie weiterhin als bedeutsam erlebt wird.

Digitale Tools sollten diese daher gezielt ergänzen, nicht ersetzen. Entscheidend ist nicht der Einsatz von Technik an sich, sondern deren didaktische Einbettung (Wimmer und Jeanrenaud 2026; Kerres 2020).

„Also was wir machen ist zum Beispiel, wir machen deutlich mehr Präsentationen, auch in MINT-Fächern, um auch selber irgendwelche Experimente darzustellen. Und auch eben um Videos zu zeigen, was halt eben viel leichter ist, dadurch, dass jeder ein iPad hat und wir Air-Server haben, die man da spiegeln kann. Und wir haben viel mehr visuelle Eindrücke. Also es gibt jetzt nicht mehr, wir schreiben es auf die Tafel, sondern wir kriegen sehr viele Videos gezeigt. Wenn wir die Experimente nicht selber machen, bekommen wir Videos davon gezeigt, wie Menschen die Experimente durchführen. Und wir haben auch zum Beispiel bei Musizieren in Biologie, hatten wir auch ein Video und Bilder und alles. Also sehr viel visueller gestaltet. Und ich finde, das unterstützt die MINT-Fächer enorm, dadurch, dass man etwas vor Augen hat und nicht nur die Formeln auf dem Blatt.“

(Schülerin, 18 Jahre)

Digitale Medien können Lernprozesse bereichern, wenn sie gezielt eingesetzt werden – zur Visualisierung komplexer Prozesse, zur Dokumentation von Experimenten oder zur gemeinsamen Arbeit an Projekten. Entscheidend ist dabei, dass digitale Tools nicht den direkten Austausch ersetzen, sondern dazu genutzt werden, Transparenz und kooperative Arbeitsprozesse zu fördern. Lern- und

Arbeitsprozesse sollten durch Technologie nicht fragmentiert, sondern sinnvoll strukturiert werden.

Für Schulen bedeutet dies, dass der Einsatz digitaler Werkzeuge an pädagogische Ziele gekoppelt sein sollte. Digitale Lernumgebungen entfalten ihr Potenzial insbesondere dann, wenn sie in sozial eingebettete und didaktisch strukturierte Lernprozesse integriert werden. Kollaborationsplattformen können dann sinnvoll sein, wenn sie gemeinsamen Arbeiten erleichtern. Visualisierungstools unterstützen dort, wo abstrakte Konzepte greifbar werden sollen. Entscheidend ist, dass Lehrkräfte in der Lage sind, digitale Medien didaktisch sinnvoll einzubetten, was entsprechende Fortbildungen und technische Infrastruktur voraussetzt.

Fazit: Lernumgebungen gestalten, nicht nur Inhalte vermitteln

Insgesamt zeigen die Befunde, dass Interesse an MINT-Fächern nicht allein durch Inhalte entstehen kann, sondern wesentlich durch die Gestaltung von Lernumgebungen mitgeprägt wird. Praxisorientierung, Selbstwirksamkeitserfahrungen und soziale Einbindung erweisen sich dabei als zentrale Faktoren. Schulen sind daher gefordert, Lernsettings zu schaffen, in denen Schülerinnen technische Inhalte als zugänglich, sinnhaft und an ihre eigenen Fähigkeiten anschlussfähig erleben können.

Literaturverzeichnis

Binkley, Marilyn; Erstad, Ola; Herman, Joan; Raizen, Senta; Ripley, Martin; Miller-Ricci, May; Rumble, Mike (2012): Defining Twenty-First Century Skills. In: Patrick Griffin, Barry McGaw und Esther Care (Hg.): Assessment and Teaching of 21st Century Skills. Dordrecht: Springer Netherlands, S. 17–66.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2010): Frauen in MINT-Berufen.

Chen, Ching-Huei (2019): The impacts of peer competition-based science gameplay on conceptual knowledge, intrinsic motivation, and learning behavioral patterns. In: *Education Tech Research Dev* 67 (1), S. 179–198. DOI: 10.1007/s11423-018-9635-5.

Conradty, Cathérine; Bogner, Franz Xaver (2020): STEAM teaching professional development works: effects on students' creativity and motivation. In: *Smart Learn. Environ.* 7 (1). DOI: 10.1186/s40561-020-00132-9.

Eccles, Jacquelynne S.; Wigfield, Allan (2020): From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. In: *Contemporary Educational Psychology* 61, S. 101859. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2020.101859.

Häußler, Peter; Hoffmann, Lore (1995): Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft* 23 (1995) 2, S. 107-126. In: *Unterrichtswissenschaft* 23. DOI: 10.25656/01:8124.

Helbig, Marcel (2012): Sind Mädchen besser? Der Wandel geschlechtsspezifischen Bildungserfolgs in Deutschland. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Henriksen, Danah (2014): Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. In: *steam* 1 (2), S. 1–9. DOI: 10.5642/steam.20140102.15.

Hetze, Pascal (2011): Studienfachwahl und Studienentscheidung im Kontext der Studienreform. Köln: Centrum für Hochschulentwicklung.

Johnson, D. W.; Johnson R.T.; Smith, K. A. (2014): Co-operative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. In: *Journal of Excellence in College Teaching* (25 (3&4)), S. 85–118.

Kelley, Todd R.; Knowles, J. Geoff (2016): A conceptual framework for integrated STEM education. In: *IJ STEM Ed* 3 (1). DOI: 10.1186/s40594-016-0046-z.

Kerres, Michael (2020): Bildung in der digitalen Welt: Über Wirkungsannahmen und die soziale Konstruktion des Digitalen. In: *MedienPädagogik*, S. 1–32. DOI: 10.21240/mpaed/jb17/2020.04.24.X&spell=1&sa=X&ved=2ahUKEwj6wMaVoayTAXUoQ_EDHRZAK6wQBSgAegQICxAB.

La Rocca, Concetta (2015): Cooperative Learning Online in Higher Education. Second Experience at Roma Tre University, Italy. In: *JSS* 03 (04), S. 86–94. DOI: 10.4236/jss.2015.34011.

Lazarides, Rebecca; Raufelder, Diana (2021): Motivation in unterrichtlichen fachbezogenen Lehr-Lernkontexten. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (10).

Mercer, Neil; Howe, Christine (2012): Explaining the dialogic processes of teaching and learning: The value and potential of sociocultural theory. In: *Learning, Culture and Social Interaction* 1 (1), S. 12–21. DOI: 10.1016/j.lcsi.2012.03.001.

OECD (2023): Education at a Glance 2023: OECD Indicators. Paris.

Oppermann, Elisa; Keller, Lena; Anders, Yvonne (2020): Geschlechtsunterschiede in der kindlichen MINT-Lernmotivation: Forschungsbefunde zu bestehenden Unterschieden und Einflussfaktoren. In: *Diskurs* 15 (1-2020), S. 38–52. DOI: 10.3224/diskurs.v15i1.04.

Peixoto, Aruquia; Gonzalez, Carina Soledad Gonzalez; Strachan, Rebecca; Plaza, Pedro; los Angeles Martinez, Maria; Blazquez, Manuel; Castro, Manuel (2018): Diversity and inclusion in engineering education: Looking through the gender question. In: 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Tenerife: IEEE, S. 2071–2075.

Schweder, Sabine; Raufelder, Diana (2022): Students' interest and self-efficacy and the impact of changing learning environments. In: *Contemporary Educational Psychology* 70, S. 102082. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2022.102082.

Shin, Myeong-Hee (2018): Effects of Project-based Learning on Students' Motivation and Self-efficacy. In: *engtea* 73 (1), S. 95–114. DOI: 10.15858/engtea.73.1.201803.95.

Theobald, Elli J.; Hill, Mariah J.; Tran, Elisa; Agrawal, Sweta; Arroyo, E. Nicole; Behling, Shawn et al. (2020): Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117 (12), S. 6476–6483. DOI: 10.1073/pnas.1916903117.

Welberg, Julia; Schneider, Ann-Katrin; Laumann, Daniel; Heinicke, Susanne (2025): Zusammenhang zwischen Gender, empathisierender sowie systematisierender Denkweise und dem Fachinteresse sowie der Kurswahl in der Sekundarstufe II von Lernenden im Fach Physik. In: *ZfDN* 31 (1). DOI: 10.1007/s40573-024-00176-1.

Wimmer, Anna-Kathrin (2023): Can Students' Self-Efficacy Beliefs Explain Academic Motivation And Career Intentions? Hg. v. European Society for Engineering Education (SEFI), zuletzt geprüft am 24.07.24.

Wimmer, Anna-Kathrin; Jeanrenaud, Yves (2026): No Map Available: Navigating the Discourse of Creativity and Self-Efficacy in STEM Careers in Germany. In: Banafsheh Karamifar und Andrea C. Valente (Hg.): *Artificial Intelligence and Discourse*. Cham: Springer Nature Switzerland (Postdisciplinary Studies in Discourse), S. 347–393.