



**Mehr als eine Farbe: Wie MINT die
Zukunft greifbar macht und was dafür in
unserem Bildungssystem passieren muss**

Kaley Lesperance, Scarlet Schaffrath



Kaley Lesperance, Scarlet Schaffrath

Mehr als eine Farbe: Wie MINT die Zukunft greifbar macht und was dafür in unserem Bildungssystem passieren muss

Einleitung

Ein fiktives, aber denkbare Beispiel: Eine 15-Jährige fragt sich, vor ihrem Kleiderschrank stehend, wie eigentlich die Lieblingsjeans zu ihrer Farbe kommt. Dass dies nicht nur eine Frage der aktuellen Mode, sondern eine naturwissenschaftliche Frage ist, kommt ihr zunächst gar nicht in den Sinn. Sie hat sich mit bereits entschieden, Modedesignerin zu werden – in ihren Augen ein Beruf weit weg von dem, was sie in der zehnten Klasse in Mathe, Chemie und Physik vermittelt bekommt, für ihren späteren Job zu brauchen. Ihre beste Freundin plant hingegen Lehrerin oder Ärztin werden, die beliebtesten Berufe unter jungen Frauen, die – so oft die Argumentation – dem sogenannten Helfersyndrom des weiblichen Geschlechts entgegenkommen.

Dass in beiden ebenso wie in vielen anderen Berufen Kompetenzen im Bereich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer (MINT) gefordert sind und immer stärker sein werden, mag zunächst nicht so offensichtlich sein wie bei den unter jungen Männern beliebtesten Jobs des Informatikers, Maschinenbauingenieurs und Mechatronikers (Landesmedienzentrum Baden-Württemberg 2020).

Doch im Laufe der meisten Bildungswege wird gleichermaßen ersichtlich, dass MINT sich eigentlich überall versteckt. Dann wird es allerdings bereits zu spät sein, in den entsprechenden Studien- und Ausbildungsfächern oder späteren Fort- und Weiterbildungen auf einem grundlegenden MINT-Interesse und einer soliden schulischen MINT-Bildung aufzubauen. Denn: Das deutsche Bildungssystem hinkt trotz diverser Bemühungen nicht nur allgemein, sondern insbesondere bezüglich des Aufbaus von MINT-Begeisterung und -Kompetenzen weiterhin hinterher. In MINT-Berufen sind Frauen weiterhin unterrepräsentiert und auch die Potenziale von Menschen beispielsweise mit Migrationshintergrund werden nicht ausgeschöpft.

Die Relevanz der MINT-Bildung für eine zukunftsfähige Gesellschaft und Wirtschaft

Die wachsende Bedeutung der MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) für Wirtschaft und Gesellschaft ist unbestreitbar. Diese Disziplinen bilden die Grundlage für Innovation und Fortschritt in zentralen Bereichen wie Digitalisierung, Klimaschutz, Ingenieurwissenschaften und Gesundheitswesen – und ermöglichen Lösungen für einige der drängendsten Herausforderungen unserer Zeit. Darüber hinaus sind die MINT-Fächer treibende Kräfte für wirtschaftliches Wachstum und internationale Wettbewerbsfähigkeit, da sie Industrien prägen und Arbeitsplätze schaffen. Trotz dieser Relevanz steht Deutschland weiterhin vor erheblichen Herausforderungen, eine ausreichend qualifizierte MINT-Arbeitskräftebasis zu entwickeln und zu sichern. Zwar hat sich der Fachkräftemangel in den MINT-Berufen in den vergangenen drei Jahren leicht verbessert, doch besteht im September 2024 weiterhin eine Lücke von 209.000 Fachkräften in diesem Bereich (Anger et al. 2024). Diese Lücke bedroht nicht nur Innovationen, sondern behindert auch den technologischen Fortschritt und verstärkt Ungleichheiten auf dem Arbeitsmarkt. Daher ist es entscheidend, dass unsere Gesellschaft zeitnah wirksame Strategien entwickelt, um dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken und die langfristige Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu sichern.

Die Engpässe auf dem Arbeitsmarkt haben ihre Wurzeln oft in den verschiedenen Phasen der Bildungsbiografie von Schüler:innen. Studien zeigen, dass Schüler:innen – selbst leistungsstark – im Verlauf der Sekundarstufe oft das Interesse an MINT-Fächern verlieren (Tröbst et al. 2016). Bestimmte Gruppen, wie Mädchen oder Kinder mit Migrationshintergrund, hinken weiterhin hinterher, und in vielen MINT-Studiengängen an Universitäten bestehen nach wie vor hohe Abbruchquoten (Anger

et al. 2024). Bildungssysteme spielen eine Schlüsselrolle bei der Bewältigung dieser Herausforderungen, jedoch steht auch das Bildungssystem vor vielfältigen Problemen. Die jüngste PISA-Studie aus dem Jahr 2022 ergab, dass die mathematischen Kompetenzen, eine zentrale Fähigkeit für die meisten MINT-Fächer, bei 15-jährigen Schüler:innen in Deutschland ein Rekordtief erreicht haben (Lewalter et al. 2023). Diese Probleme werden durch die rasante technologische Entwicklung weiter verschärft. Sie erfordert von Schulen, Lehrkräften und politischen Entscheidungsträger:innen eine kontinuierliche Anpassung. Ein zukunftsorientierter, inklusiver und evidenzbasierter Ansatz ist daher unerlässlich, um sicherzustellen, dass die MINT-Bildung Schüler:innen auf die Anforderungen der Arbeitswelt von morgen vorbereitet.

Beispielmaßnahme: der MINT-Aktionsplan des BMBF

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurde beispielsweise im Jahr 2019 der MINT-Aktionsplan vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eingeführt. Dieser strukturierte Rahmenplan zielte darauf ab, die MINT-Bildung in Deutschland zu stärken (BMBF 2019). Die erste Version des Aktionsplans konzentrierte sich darauf, dem Fachkräftemangel in MINT-Berufen entgegenzuwirken, indem das Interesse und die Kompetenzen in diesen Bereichen über alle Bildungsstufen hinweg gefördert wurden. Der Plan führte neue Initiativen ein, die sich auf die Beforschung von Gelingensbedingungen guter MINT-Bildung, die Stärkung kommunikativer Maßnahmen für eine zielgruppengerechte, gender- und diversitätssensible Ansprache von Kindern und Jugendlichen und den Ausbau außerschulischer, regional verankerter MINT-Angebote konzentrierten. Im Jahr 2022 implementierte das BMBF den MINT-Aktionsplan 2.0, der den ursprünglichen Aktionsplan ausweitete. Dabei lag der Fokus auf einer stärkeren Verzahnung von schulischer und außerschulischer MINT-Bildung, einer intensiveren Unterstützung qualitativ hochwertiger MINT-Initiativen und -Netzwerke, der Sensibilisierung von Eltern und Familien für MINT-Themen, der Erweiterung der Förderung praxisorientierter Forschung zur Stärkung der MINT-Bildung sowie dem Aufbau von MINT-Bildungsmaßnahmen in Kindergarten und Grundschule (BMBF 2019).

Diese Bemühungen haben wichtige Grundlagen geschaffen, insbesondere durch die Einrichtung von mindestens einem MINT-Cluster in jedem Bundesland. Die inzwischen mehr als 70 Cluster fördern die Zusammenarbeit zwischen Schulen, außerschulischen Lernorten, lokalen Unternehmen, Verbänden, Vereinen und Stiftungen, um praxisnahe, regionale MINT-Bildungsangebote zu entwickeln. Zusätzlich wurden Initiativen wie die „Stiftung Kinder forschen“ und Schüler- und Jugendwettbewerbe unter anderem im MINT-Bereich gestärkt und gebündelt, um das Interesse von Kindern und Jugendlichen an MINT-The-

men zu fördern. Als bundesweit agierende Anlaufstelle für MINT-Akteur:innen unterstützt „MINTvernetzt“ zudem deren Vernetzung und Professionalisierung. Dennoch bleiben bedeutende Herausforderungen bestehen. Empirische Erkenntnisse belegen, dass in bestimmten Bereichen weiterhin ein deutlicher Mangel an politischem Handeln besteht (Anger et al. 2023, 2024; Kultusministerkonferenz 2024): Das Potenzial der Digitalisierung im Unterricht wird oft aufgrund unzureichender Ressourcen und fehlender Lehrkräftefortbildung im Umgang mit digitalen Werkzeugen nicht ausgeschöpft. Trotz des Digitalpakts Schule bleibt der Stand der digitalen Medienbildung und des Informatikunterrichts in Deutschland unzureichend, sodass Schüler:innen nicht die notwendigen digitalen Kompetenzen für MINT-Studiengänge und -Berufe erwerben. Dies könnte unter anderem darin liegen, dass mit dem DigitalPakt zwar die Ausstattung der Schulen gefördert wird, es aber weiterhin an digitalisierungsbezogenen Unterrichtskonzepten und der entsprechenden Lehrkraftaus-, -fort- und -weiterbildung mangelt. Dahingehend könnte der DigitalPakt 2.0 Abhilfe verschaffen, mit dem weitere fünf Milliarden Euro bis 2030 für genau diese notwendigen Weiterentwicklungen bereitgestellt werden sollen (BMBF 2024). Nach wie vor bestehen Leistungslücken und ein geringes Interesse an MINT-Fächern, insbesondere bei Mädchen und Schüler:innen mit Migrationshintergrund. Die Effektivität außerschulischer MINT-Aktivitäten ist oft durch ungleiche regionale Verfügbarkeit und unzureichende Finanzierung eingeschränkt. Die Lehrkräfteausbildung in den MINT-Fächern steht vor der Herausforderung, Lehrkräfte sowohl auf inklusive Lernumgebungen als auch auf die digitalen Kompetenzen vorzubereiten, die für die Integration moderner Technologien in den Unterricht erforderlich sind.

Es besteht weiterhin Bedarf, auf den Erfolgen des MINT-Aktionsplans 2.0 aufzubauen und diese Fragen im Hinblick auf die Querschnittsthemen Nachhaltigkeit, Skalierbarkeit, Digitalisierung und Inklusion anzugehen. Eine zentrale Priorität künftiger politischer Maßnahmen wird darin bestehen, Rahmenbedingungen zu schaffen, die allen Lernenden unabhängig von ihrem Hintergrund gleiche Chancen bieten, und ein Bildungssystem zu fördern, das sowohl zukunftsfähig als auch an die gesellschaftlichen Anforderungen anpassbar ist.

Befunde zu MINT-Bildungsaktivitäten und daraus abzuleitende Handlungsempfehlungen

Empirische Erkenntnisse und vorliegende Analysen bilden die Grundlage für die Entwicklung effektiver bildungspolitischer Maßnahmen im Bereich MINT. Zahlreiche Studien und Berichte haben Forschungsergebnisse geliefert, statistische Daten analysiert und in konkrete Handlungsempfehlungen überführt. Diese Studien liefern wertvolle Einblicke in Strategien, die das

Handlungsempfehlungen entlang von fünf aktuellen Themenfeldern der MINT-Bildung

Digital Game-Based Learning (DGBL)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bereitstellung finanzieller Mittel für die Entwicklung und Evaluierung effektiver digitaler Lernspiele in MINT-Fächern ▪ Unterstützung der Schulen bei der Verbesserung der digitalen Infrastruktur und beim Zugang zu Technologie ▪ Integration bestehender DGBL-Techniken in Kitas und Schulen in MINT-Fächern ▪ Gezieltes Fort- und Weiterbildungsangebot zur Nutzung von DGBL im MINT-Unterricht
Digitale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informatikinhalte im Sachunterricht ab der 3. Klasse verpflichtend einführen ▪ Informatik als bundesweites Pflichtfach in der Sekundarstufe I im Verlauf der Klassenstufen fünf bis zehn etablieren ▪ Ausbau des Lehramtsstudiums Informatik an den lehrkräftebildenden Hochschulen und Programme für Seiten- und Quereinstieg in das Lehramt Informatik schaffen ▪ Nachwuchsförderung in der Didaktik der Informatik an den Hochschulen stärken
Role Models und Mentoring für Mädchen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau von Netzwerken weiblicher Role Models, die vielfältige Hintergründe und Motivationen repräsentieren ▪ Ausweitung staatlich geförderter Mentoring-Programme an Schulen und Universitäten ▪ Förderung von Kampagnen, die die gesellschaftliche Relevanz von MINT-Berufen hervorheben, insbesondere in Bereichen wie Klimaschutz, die bei jungen Frauen besonderes Interesse wecken ▪ Systematische Integration von Genderkompetenz in Aus- und Fortbildungen von Fach-/Lehrkräften
Außerschulische MINT-Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Systematische Integration außerschulischer Lernorte wie Labore und Forschungszentren für praxisnahe Einblicke in MINT-Berufe ▪ Enge Zusammenarbeit von Schulen und außerschulische MINT-Anbietern, um regionale Maßnahmen besser zu verzahnen ▪ Ganztagschulen als Bildungsorte nutzen und außerschulische MINT-Angebote systematisch an Unterrichtsinhalte anbinden ▪ Flexible, digitale und inklusive Gestaltung von Didaktik- und Pädagogikweiterbildungen für Lehrende ▪ Einplanung expliziter Qualifizierungszeiten für ehrenamtliche Lehrende
Zuwanderung und internationale Studierende	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vereinfachung und Beschleunigung von Einwanderungsverfahren ▪ Entwicklung von (Mentoring- und Informations-)Programmen zur sozialen und kulturellen Integration, sprachlichen Förderung und Reduzierung psychischer Belastungen während des Studiums ▪ Ausbau von Sprachkursen, Jobvermittlungsprogrammen und Ressourcen, um den Verbleib internationaler MINT-Studierender zu fördern ▪ Förderung des Berufsausbildungssystems als attraktiver Zuwanderungsweg aus Drittstaaten

Abbildung 1: Handlungsempfehlungen entlang von fünf aktuellen Themenfeldern der MINT-Bildung auf Basis einer Literaturanalyse.

Engagement von Schüler:innen steigern, Chancengleichheit fördern und langfristiges Interesse an MINT-Fächern wecken. Dennoch bestehen weiterhin Lücken bei der Skalierung dieser Ansätze und bei der Überwindung von Ungleichheiten in verschiedenen Bildungskontexten.

Aufbauend auf diesem Wissensstand zielt das vorliegende Paper darauf ab, die zentralen Handlungsempfehlungen relevanter MINT-Berichte in Deutschland zusammenzufassen. Es bietet eine prägnante Übersicht über die bestehenden empirischen Befunde und verbindet diese mit konkreten Handlungsempfehlungen für die Politik. Ziel ist es, bewährte Strategien in umsetzbare Empfehlungen für zukünftige MINT-Aktionspläne zu übersetzen, bestehende Umsetzungsdefizite zu adressieren und deren breite Anwendbarkeit in unterschiedlichen Bildungsbereichen sicherzustellen. Mit einer Synthese praxisorientierter Schritte möchte dieses Paper dabei unterstützen, MINT-Bildungsinitiativen mit aktuellen und zukünftigen Anforderungen in Einklang zu bringen und ein Bildungssystem zu schaffen, das zugänglich, gerecht und wirkungsvoll ist.

Das Paper basiert auf einer Analyse verschiedener Berichte und Monitoring-Studien, sowohl aus Deutschland als auch aus dem europäischen Kontext, aus den vergangenen drei Jahren (2022-2024). Diese Studien beleuchten verschiedene Indikatoren und Trends im Bereich der MINT-Bildung und des MINT-Arbeitsmarkts und leiten daraus praxisorientierte Empfehlungen für die Politik ab. Es werden die am häufigsten thematisierten Schwerpunkte in den Berichten detailliert betrachtet (vgl. Abbildung 1):

Potenziale der Digitalisierung im Unterricht nutzen mittels Digital Game-Based Learning

Eine der größten Herausforderungen in der MINT-Bildung besteht darin, das Engagement und die Motivation der Schüler:innen aufrechtzuerhalten, insbesondere in Fächern, die oft als abstrakt oder schwierig wahrgenommen werden. Studien zeigen, dass das Interesse an MINT-Fächern, selbst wenn es in den frühen Schuljahren hoch ist, im Verlauf der Sekundarstufe häufig abnimmt (Lewalter et al. 2023). Dies ist besorgniserregend, da Interesse und Motivation – insbesondere bei älteren Schü-

ler:innen – als entscheidende Faktoren für die Studien- und Berufswahl gelten. Das Aufrechterhalten und Fördern des Engagements in MINT-Fächern ist daher von zentraler Bedeutung, um die Zahl der Lernenden zu erhöhen, die später MINT-Fächer studieren und beruflich verfolgen.

Innovative Unterrichtsmethoden wie Digital Game-Based Learning (DGBL) bieten hierfür eine vielversprechende Lösung. DGBL ist ein pädagogischer Ansatz, der digitale Spiele nutzt, um Lernen und Engagement zu fördern. Dabei werden interaktive Spielelemente mit Bildungsinhalten kombiniert, um das Lernen angenehmer und effektiver zu gestalten. Die Spiele sind auf spezifische Lernziele abgestimmt, sei es die Vermittlung von Inhalten, die Entwicklung von Problemlösekompetenzen oder die Förderung von Zusammenarbeit. Durch die Integration von Elementen wie Herausforderungen, Belohnungen und sofortigem Feedback motiviert DGBL die Lernenden und fördert eine aktive Teilnahme (Hu et al. 2022). Durch den Einsatz digitaler Spiele im Unterricht ermöglicht DGBL den Schüler:innen, sich auf interaktive Weise mit Bildungsinhalten auseinanderzusetzen, die an ihre Lebenswelt angepasst sind. Anders als traditionelles Lernmaterial wecken Bildungs-Spiele Neugierde und fördern die aktive Teilnahme, etwa durch Puzzles, Simulationen oder Rollenspiele.

Studien belegen immer wieder das Potenzial von DGBL, die Leistungen und das Engagement von Schüler:innen in MINT-Fächern zu verbessern. Internationale Metaanalysen unterstreichen die Wirksamkeit von DGBL in verschiedenen Disziplinen, mit besonders starken Ergebnissen in Mathematik und den Naturwissenschaften (Wang et al. 2022). Ein weiterer wichtiger Befund ist die Bedeutung des Zeitfaktors: Die Vorteile von DGBL sind in den ersten Phasen der Implementierung am größten, bleiben jedoch auch über längere Zeiträume hinweg signifikant. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die Integration von sogenannten Scaffolding-Techniken – wie Feedback, Hinweisen, Beispielen und Reflexionsmöglichkeiten – die Wirksamkeit von DGBL erheblich steigert. Spiele mit solchen strukturierten Unterstützungsmechanismen sind wirksamer als solche ohne, insbesondere in Fächern wie Mathematik und Naturwissenschaften (Cai et al. 2022).

Trotz vielversprechender internationaler Studien wird DGBL in deutschen Klassenzimmern, insbesondere in MINT-Fächern, nur selten eingesetzt. Viele Schulen verfügen nicht über die notwendige Infrastruktur oder das technische Know-how, um diese Ansätze effektiv umzusetzen. Darüber hinaus fehlt es den Lehrkräften oft an Schulungen und Erfahrung, um diese Methoden in den Unterricht zu integrieren. Hinzu kommt, dass trotz der umfangreichen Evidenz zur Wirksamkeit von DGBL nach wie vor Skepsis gegenüber dem Einsatz von Spielen in der Bildung besteht (acatech 2023). Außerhalb der Klassenzimmer

hat sich vor allem während der Corona-Pandemie in Deutschland zumindest etwas getan: Mit der MINT-Allianz.

Für die zukünftige MINT-Bildung ist es entscheidend:

- zusätzliche finanzielle Mittel für die Entwicklung und Evaluierung effektiver digitaler Lernspiele in MINT-Fächern bereitzustellen,
- Schulen weiterhin bei der Verbesserung der digitalen Infrastruktur und dem Zugang zu Technologie zu unterstützen, insbesondere im Rahmen des DigitalPakts,
- bestehende DGBL-Techniken in Kitas und Schulen in MINT-Fächern zu integrieren,
- Lehrkräften gezielte Fort- und Weiterbildungen zur Nutzung von DGBL im Unterricht, insbesondere in MINT-Fächern, anzubieten.

Das hohe Potenzial von DGBL für bessere Lernergebnisse und Motivation in der MINT-Bildung stellt eine bedeutende Chance dar, die von deutschen Schulen genutzt werden sollte. Durch die Überwindung bestehender Hindernisse – wie begrenztem Zugang zu digitalen Tools, unzureichender Lehrkräfteausbildung und einem Mangel an pädagogisch fundierten Spielen – könnte DGBL zu einer wertvollen Ergänzung des modernen Klassenzimmers werden. Investitionen in die Entwicklung und Evaluierung qualitativ hochwertiger Bildungs-Spiele, die auf den deutschen Lehrplan zugeschnitten sind, werden entscheidend sein, um das volle Potenzial der Digitalisierung in der MINT-Bildung auszuschöpfen. Hierfür wären Kooperationen mit Spieleentwickler:innen, Mediendidaktiker:innen und Bildungsexpert:innen essenziell, um sicherzustellen, dass die Spiele sowohl didaktisch fundiert als auch technologisch innovativ sind. Solche Partnerschaften könnten nicht nur die Qualität der Inhalte verbessern, sondern auch die Akzeptanz und Anwendung im schulischen Kontext fördern.

Future Skills: Digitale Kompetenzen im Rahmen der MINT-Bildung fördern

Digitale Kompetenzen sind ein essenzieller Bestandteil der MINT-Bildung und eine der Schlüsselqualifikationen in einer digital geprägten Welt. Die Fähigkeit, moderne Technologien zu verstehen, effektiv zu nutzen, aber auch kritisch zu hinterfragen, ist nicht nur für das Bildungssystem von großer Bedeutung, sondern auch für den beruflichen Erfolg in MINT-Feldern, in denen technologische Anwendungen eine wichtige Rolle in Forschung, Problemlösung und Innovation spielen. Das Future Skills Framework des Stifterverbands unterstreicht, dass digitale Grundfähigkeiten wie Digital Literacy, Digital Interaction und Digital Learning ebenso entscheidend sind wie klassische Fähig-

keiten wie Problemlösungsfähigkeit, Kreativität und kollaboratives Arbeiten (Kirchherr et al. 2018). Diese Fähigkeiten ermöglichen nicht nur eine aktive Teilhabe in der digitalisierten Gesellschaft, sondern sind auch branchenübergreifend von wachsender Relevanz. Der Aufbau solcher Kompetenzen über alle Bildungsstufen hinweg schafft die Basis, um komplexe Zusammenhänge zu erfassen, innovative Lösungen zu entwickeln und sich auf die Anforderungen einer zunehmend digitalisierten Arbeitswelt vorzubereiten.

Jüngste Ergebnisse der ICILS-Studie 2023 zeigen jedoch anhaltende und wachsende Defizite in den digitalen Kompetenzen von Schüler:innen in Deutschland. Zwar liegt der durchschnittliche Wert deutscher Achtklässler:innen mit 502 Punkten über dem internationalen Mittelwert von 476 Punkten, doch sind die digitalen Kompetenzen in den vergangenen zehn Jahren deutlich zurückgegangen: von 523 Punkten im Jahr 2013 über 518 Punkte im Jahr 2018 auf 502 Punkte im Jahr 2023 (Eickelmann et al. 2024). Alarmierend ist, dass mehr als 40 % der Achtklässler:innen nur über sehr rudimentäre Fähigkeiten im kritischen und reflektierten Umgang mit digitalen Medien und Informationen verfügen – deutlich mehr als vor fünf oder zehn Jahren. Nur 1,1 % der Schüler:innen erreichen das höchste Kompetenzniveau. Diese Statistiken spiegeln den aktuellen Stand der Informatikbildung in Deutschland wider. Laut der Gesellschaft für Informatik boten im Jahr 2023 neun Bundesländer keinen verpflichtenden Informatikunterricht für alle Schüler:innen an. Zudem ist Mecklenburg-Vorpommern seit 2019 das einzige Bundesland, in dem Informatikunterricht durchgängig und verpflichtend für alle Schüler:innen in den Jahrgangsstufen fünf bis zehn angeboten wird (Hellmig et al. 2023). Diese Zahlen verdeutlichen, dass das aktuelle Bildungssystem nicht ausreichend darauf vorbereitet ist, Schüler:innen mit den notwendigen Fähigkeiten für eine digitalisierte Gesellschaft auszustatten, und machen den dringenden Bedarf an systemischen Veränderungen deutlich.

Informatikunterricht ab der Grundschule notwendig

Eine Schlüsselrolle spielt dabei der frühe Zugang zu digitalen Bildungsinhalten, insbesondere durch die Integration von Informatik in den Grundschulunterricht. Während einige Bundesländer erste Schritte in diese Richtung unternehmen, bleibt die Integration von Informatik in den Bildungsplänen vielerorts uneinheitlich oder unzureichend. Ein fehlender flächendeckender Ansatz führt dazu, dass viele Schüler:innen erst spät oder gar nicht grundlegende digitale Kompetenzen und Informatik Inhalte erlernen, was ihre beruflichen Perspektiven langfristig beeinträchtigen kann (acatech 2023). Die Integration digitaler Kompetenzen in die Bildung – von den frühesten Bildungsstufen bis hin zur Sekundarstufe und darüber hinaus – bietet eine einzigartige Gelegenheit, diese Herausforderungen an der Wurzel zu bekämpfen. Der frühzeitige Einsatz digitaler Werkzeuge hat

sich als förderlich für grundlegende Fähigkeiten wie Problemlösung, kritisches Denken und Zusammenarbeit erwiesen. Diese Basiskompetenzen verbessern nicht nur die Lernergebnisse insgesamt, sondern schaffen auch eine solide Grundlage, um später mit fortgeschritteneren digitalen Werkzeugen und Konzepten umzugehen (Friedrichs-Liesenkötter 2019). Frühzeitige Berührungspunkte mit digitalen Technologien können außerdem Ängste abbauen und Neugier sowie Selbstbewusstsein fördern – entscheidende Eigenschaften für den Erfolg in MINT-Fächern (Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur (GMK) 2017).

Allerdings reicht es nicht aus, den Schwerpunkt allein auf die frühe Bildung zu legen. In der Sekundarstufe I fehlen oft verbindliche Informatikangebote, obwohl diese Phase entscheidend für die Entwicklung nachhaltiger Interessen und Kompetenzen ist. Gerade hier können Schüler:innen ihre Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Werkzeugen vertiefen und die Grundlage für weiterführende Kenntnisse in Bereichen wie Programmierung oder Datenanalyse schaffen (Köller et al. 2022). Ein durchgängiger Informatikunterricht bietet die Möglichkeit, digitale Bildung systematisch und flächendeckend zu verankern. Dies würde nicht nur die allgemeine digitale Kompetenz stärken, sondern auch dazu beitragen, das Interesse der Schüler:innen an MINT-Fächern langfristig zu fördern und sie besser auf die Anforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt vorzubereiten.

Lehrkräftemangel für das Fach Informatik als Herausforderung

Ein weiteres Hindernis ist der akute Mangel an qualifizierten Lehrkräften für den Informatikunterricht, der sowohl die Qualität als auch die Verfügbarkeit von Informatikangeboten stark einschränkt. Um den empfohlenen Informatikunterricht flächendeckend in der Sekundarstufe I zu gewährleisten, wären bundesweit mindestens 32.800 Lehrkräfte erforderlich, während aktuell nur rund 10.000 Informatiklehrkräfte im Einsatz sind – eine Lücke von etwa 22.800 Fachkräften (Hellmig et al. 2023). Viele Bundesländer setzen auf die Weiterbildung bereits angestellter Lehrkräfte, was zu ermutigenden Erfolgen geführt hat: Im vergangenen Schuljahr erhielten mehr als 900 Lehrkräfte eine zusätzliche Unterrichtsbefähigung für Informatik. Dennoch ist diese Maßnahme allein nicht ausreichend, da die Zahl der Absolvent:innen im Lehramtsstudium Informatik weiterhin niedrig bleibt. Zudem werden Lehrkräfte mit Informatik als Zweitfach, insbesondere in Kombination mit Mathematik, häufig für den Mathematikunterricht eingesetzt, was die Lücke im Bereich Informatik weiter verschärft. Ohne umfassende Strategien zur Steigerung der Absolvent:innenzahlen, gezielte Weiterbildungsmöglichkeiten und eine stärkere Nutzung von Quer- und Seiteneinstiegen, bleibt das Ziel eines flächendeckenden, qualitativ hochwertigen Informatikunterrichts außer Reichweite. Qualifizierte Lehrkräfte spielen eine entscheidende Rolle, um

den Unterricht praxisnah und ansprechend zu gestalten, was wiederum dazu beitragen kann, das Interesse der Schüler:innen an digitalen Technologien und MINT-, insbesondere Informatik-Themen zu steigern.

Die aktuellen Herausforderungen liegen vor allem in der fehlenden Integration von Informatik in den Lehrplänen, dem Mangel an qualifizierten Lehrkräften und der unzureichenden Vermittlung digitaler Kompetenzen über alle Bildungsstufen hinweg. Um diesen Defiziten entgegenzuwirken, sind konkrete Maßnahmen erforderlich, die alle Bildungsstufen berücksichtigen. Für die zukünftige MINT-Bildungspolitik sind insbesondere die folgenden Schritte von zentraler Bedeutung:

Informatikinhalte im Sachunterricht ab der 3. Klasse verpflichtend einführen,

- Informatik als bundesweites Pflichtfach in der Sekundarstufe I im Verlauf der Klassenstufen 5 bis 10 etablieren,
- Lehramtsstudium Informatik an den lehrkräftebildenden Hochschulen ausbauen und Programme für Seiten- und Quereinstieg in das Lehramt Informatik schaffen,
- Nachwuchsförderung in der Didaktik der Informatik an den Hochschulen stärken.

Durch die Integration digitaler Kompetenzen und Informatikunterricht in das gesamte Bildungssystem können politische Entscheidungsträger:innen bestehende Fähigkeitslücken sowohl bei Schüler:innen als auch bei Lehrkräften schließen und gleichzeitig eine Generation schaffen, die besser auf die Anforderungen einer digitalisierten Gesellschaft vorbereitet ist. Dieser Ansatz wird nicht nur dazu beitragen, dass Schüler:innen in MINT-Fächern erfolgreich sind, sondern sie auch befähigen, die breiteren Herausforderungen einer zunehmend technologiegetriebenen Welt zu meistern.

Identifikation mit MINT fördern und Mentoringprogramme für Mädchen ausbauen

Trotz einiger Fortschritte in den vergangenen Jahren sind Frauen in MINT-Bereichen sowohl im Bildungswesen als auch auf dem Arbeitsmarkt weiterhin deutlich unterrepräsentiert. Der Frauenanteil in MINT-Berufen stieg zwar leicht von 15,8 % im Jahr 2022 auf 16,3 % im Jahr 2024, bleibt jedoch im Vergleich zu Männern marginal und verdeutlicht die anhaltenden geschlechtsspezifischen Ungleichgewichte in diesem Sektor (Anger et al. 2024). Ähnlich zeigt sich die Situation in der beruflichen Ausbildung: 2023 waren nur 13,3 % der Auszubildenden in MINT-Berufen weiblich, und lediglich 14,3 % der neuen Ausbildungsverträge entfielen auf Frauen. In der Hochschulbildung ist der Frauenanteil unter den Studienanfänger:innen in MINT-

Fächern zwar von 31 % im Jahr 2002 auf 35 % im Jahr 2022 gestiegen, doch Frauen bleiben in allen Bereichen deutlich unterrepräsentiert. Dies ist nicht nur eine Frage der Chancengleichheit, sondern auch eine zentrale wirtschaftliche Herausforderung. Diese Geschlechterlücke zu schließen ist entscheidend, um dem Fachkräftemangel in MINT-Berufen entgegenzuwirken, Innovation zu fördern und vielfältige Perspektiven in zukunftsweisende Branchen einzubringen.

Um diese Diskrepanz anzugehen, ist es wichtig, ihre Ursachen zu verstehen. Studien zeigen, dass gesellschaftliche Geschlechterstereotype, die Bereiche wie Mathematik, Ingenieurwissenschaften und Physik als „männliche Domänen“ darstellen, bereits früh die Wahrnehmung von Mädchen prägen. Solche Stereotype werden durch unser soziales Umfeld, die Medien und kulturelle Einflüsse verstärkt. Sie prägen, wer als „natürlich geeignet“ für bestimmte Fächer wahrgenommen wird. Diese Botschaften können bewirken, dass Mädchen MINT-Fächer meiden, selbst wenn sie in diesen Bereichen gute Leistungen zeigen (Plante et al. 2013). Solche verinnerlichten Vorurteile führen häufig zu Selbstzweifeln, die das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten schwächen und Mädchen das Gefühl vermitteln, nicht mit ihren männlichen Mitschülern mithalten zu können. Das macht es nicht nur schwieriger, sich auf MINT-Fächer einzulassen, sondern mindert auch die Chancen, langfristig in diesen Bereichen zu bleiben.

Frühzeitige und kontinuierliche Interventionen sind notwendig, um Stereotype abzubauen und unterstützende Umgebungen zu schaffen. Role Models und Mentoring-Programme haben sich dabei als besonders effektiv erwiesen, um Mädchen im MINT-Bereich zu inspirieren und langfristig zu unterstützen. Schülerinnen haben oft keine sichtbaren Vorbilder, mit denen sie sich identifizieren können, insbesondere in Fächern wie Physik, Informatik und Ingenieurwissenschaften. Relatable Role Models, die ähnliche Hintergründe oder Erfahrungen teilen, können Schülerinnen motivieren, indem sie zeigen, dass Erfolg im MINT-Bereich durch Einsatz und Durchhaltevermögen erreichbar ist. Wichtig ist, diese Role Models nicht als unerreichbar, sondern als realistisch und inspirierend zu präsentieren. Gastvorträge, Berufsorientierungsgespräche und Videos, in denen Fachkräfte ihre Karrierewege schildern, können dazu beitragen, Role Models greifbar und nahbar zu machen (Gladstone et al 2021). Mentoring-Programme bieten zusätzliche Unterstützung, indem sie Schülerinnen mit Fachkräften oder älteren Peers verbinden, die Orientierung, Motivation und Zugang zu Netzwerken bieten. Solche Programme helfen Teilnehmer:innen, Herausforderungen zu bewältigen, Selbstvertrauen aufzubauen und Karrierewege im MINT-Bereich besser zu verstehen. Mentoring kann in verschiedenen Formaten stattfinden – von individuellen Patenschaften über Gruppenworkshops bis hin zu digitalen Plattformen, die eine langfristige Inter-

aktion ermöglichen (BMFSFJ 2022).

Es ist nicht nur wichtig, weibliche Role Models zusätzlich zum regulären Unterricht einzubinden, sondern auch, Lehrkräfte für gendersensible Themen zu sensibilisieren. MINT-Lehrer:innen spielen eine Schlüsselrolle dabei, wie Schüler:innen MINT-Fächer wahrnehmen und ob sie sich in diesen Bereichen gefördert fühlen. Ohne gezielte Schulungen und gendersensibles Lehrmaterial laufen Lehrkräfte Gefahr, unbewusste Vorurteile und stereotype Rollenbilder zu reproduzieren, die insbesondere Mädchen davon abhalten können, ihr Potenzial in MINT-Fächern voll auszuschöpfen. Gendersensible Fortbildungen sind entscheidend, um Lehrkräften die notwendigen Werkzeuge an die Hand zu geben, geschlechtsneutrale Lernumgebungen zu schaffen, in denen Schülerinnen und Schüler gleichermaßen ermutigt werden, MINT-Fächer als attraktive und zugängliche Möglichkeiten wahrzunehmen (Nationales MINT Forum 2022).

Darüber hinaus kann die Verknüpfung von MINT-Themen mit gesellschaftlichen Herausforderungen weibliche Schülerinnen besonders ansprechen. Junge Frauen zeigen ein starkes Interesse an Themen wie Klimaschutz und Gesundheitswesen. Die Bedeutung von MINT-Fächern bei der Bewältigung solcher Herausforderungen hervorzuheben, macht diese Bereiche nicht nur attraktiver, sondern verdeutlicht auch ihre gesellschaftliche Relevanz. Es ist ebenso wichtig, über die technischen Aspekte hinauszugehen und Kreativität, Innovationsdenken und Teamarbeit als zentrale Elemente von MINT-Berufen zu betonen. Dieses umfassendere Verständnis von MINT-relevanten Kompetenzen kann Geschlechterstereotype aufbrechen, ein inklusiveres Bild von MINT-Karrieren vermitteln und mehr junge Frauen dazu inspirieren, Studien und Karrieren in diesen Bereichen zu verfolgen (Spieler 2023).

Um die Herausforderungen der Geschlechterungleichheit in MINT-Fächern und Berufen anzugehen, sind gezielte Maßnahmen notwendig, darunter:

- Aufbau von Netzwerken weiblicher Role Models, die vielfältige Hintergründe und Motivationen repräsentieren, um Schülerinnen aus verschiedenen Lebensrealitäten zu inspirieren,
- Ausweitung staatlich geförderter Mentoring-Programme an Schulen und Universitäten, die Schülerinnen mit Fachkräften verbinden und durch Bildungs- und Karrierewege begleiten,
- Förderung von Kampagnen, die die gesellschaftliche Relevanz von MINT-Berufen hervorheben, insbesondere in Bereichen wie Klimaschutz, die bei jungen Frauen besonderes Interesse wecken,

- Systematische Integration von Genderkompetenz in Aus- und Fortbildungen von Fach- und Lehrkräften.

Durch die Umsetzung dieser Maßnahmen kann Deutschland nicht nur den Fachkräftemangel verringern, sondern auch Innovationen fördern und eine integrativere und dynamischere Arbeitswelt schaffen, in der Frauen eine zentrale Rolle in MINT-Branchen spielen.

Die Effektivität von außerschulischen MINT-Aktivitäten prüfen

Während das Lernen im Klassenzimmer von großer Bedeutung ist, ist es nicht der einzige Faktor, der das Interesse und den Erfolg von Schüler:innen in MINT-Fächern beeinflusst. Außerschulische Lernorte spielen eine entscheidende Rolle, da sie die praxisnahen Erfahrungen bieten, die Neugier wecken und eine tiefere Auseinandersetzung zu verschiedenen Themen fördern können (Diersen et al. 2021). In den vergangenen Jahren hat die Bedeutung außerschulischer Lernumgebungen weiter zugenommen. Die COVID-19-Pandemie hat die Grenzen des schulbasierten Unterrichts in Bezug auf die nachhaltige Förderung des Interesses an MINT-Fächern verdeutlicht. Zudem bleiben systemische Herausforderungen wie die Geschlechterlücke und ein generell zurückhaltendes Interesse an MINT-Berufen drängende Themen. Außerschulische MINT-Programme sind daher als wesentlicher Bestandteil umfassender MINT-Bildungsstrategien anerkannt, wie im MINT-Aktionsplan des Bundesministeriums für Bildung und Forschung hervorgehoben (BMBF 2019). Beispiele hierfür sind die regionalen MINT-Cluster, die bundesweit etabliert wurden, sowie die MINT-Regionen der Körber-Stiftung, die darauf abzielen, durch lokale Netzwerke die Zusammenarbeit zwischen Schulen, außerschulischen Lernorten und Unternehmen, aber auch Vereinen, Verbänden und Stiftungen zu stärken. Diese Programme können besonders effektiv sein, um Schüler:innen zu erreichen, die sich sonst nicht mit MINT-Themen auseinandersetzen würden, und inspirierende, maßgeschneiderte Erfahrungen bieten, die langfristiges Interesse fördern.

Studien belegen immer wieder die langfristigen Vorteile außerschulischer Aktivitäten, wenn es darum geht, das Interesse an MINT-Fächern zu wecken und die Teilnahme daran zu steigern. Außerschulische MINT-Lernorte sind vielfältig und umfassen ein breites Spektrum an Formaten, von Schülerlaboren über Coding-Schulen und Science-Center bis hin zu Schülerwettbewerben. Diese Räume bieten informelle, forschende Lernmöglichkeiten, die Schüler:innen ermutigen, zu experimentieren und zu entdecken (Freericks 2011). Anders als traditionelle Klassenzimmerumgebungen schaffen sie einzigartige Rahmenbedingungen und Chancen für kreative Problemlösungen. Schüler:innen, die an solchen Programmen teilnehmen, entwickeln oft eine stärkere Verbindung zu MINT-Themen und verfolgen mit höherer Wahrscheinlichkeit ein Studium oder eine Karriere in

diesen Bereichen (Nickolaus et al. 2018). Beispielsweise ermöglichen Science Camps den Schüler:innen sich intensiv mit experimentellen Projekten zu beschäftigen, während Schülerlabore Zugang zu professioneller Ausstattung und Mentoring bieten. Wettbewerbe fördern Kreativität und kritisches Denken unter realistischen Bedingungen und schaffen wertvolle Möglichkeiten zur Teamarbeit und Innovation.

Trotz dieser Vorteile stehen außerschulische MINT-Initiativen in Deutschland vor erheblichen Herausforderungen bei ihrer Entwicklung und Umsetzung (MINTvernetz 2023). Ein zentrales Problem ist der Mangel an umfassenden didaktischen Konzepten, die an die vielfältigen und oft heterogenen Lernumgebungen dieser Programme angepasst sind. Ohne maßgeschneiderte Ansätze, die unterschiedliche Lernbedürfnisse, Interessen und Vorwissen berücksichtigen, bleibt die Effektivität solcher Initiativen begrenzt. Eine weitere große Herausforderung besteht in der Qualifizierung von Lehrenden, die in außerschulischen MINT-Programmen tätig sind. Bestehende Weiterbildungsangebote sind häufig freiwillig und richten sich vorwiegend an pädagogisch qualifiziertes Personal in formalen Bildungskontexten wie Schulen und Kitas. Dadurch werden viele Lehrende in informellen Lernumgebungen ausgeschlossen. Diese arbeiten oft ehrenamtlich oder stammen nicht aus pädagogischen Berufsfeldern. Infolgedessen entstehen Lücken sowohl in der Vorbereitung der Lehrenden als auch in der Qualitätssicherung der außerschulischen Angebote. Diese Herausforderungen werden durch die zunehmenden Anforderungen der Digitalisierung noch verstärkt, die von den Lehrenden den kompetenten Umgang mit digitalen Werkzeugen und deren effektive Integration in den Unterricht erfordert. Trotz des erkannten Bedarfs gibt es derzeit nur wenige Anbieter, die didaktische Schulungen für ihr Personal verpflichtend machen, obwohl viele darin großes Potenzial für die Qualitätssteigerung sehen (MINTvernetz 2023). Zusätzlich stellt die ungleiche Zugänglichkeit außerschulischer MINT-Programme in Deutschland weiterhin eine Herausforderung dar. Während Initiativen wie MINT-Cluster, MINT-Regionen und Schülerlabore bereits viele Regionen abdecken, erreichen diese Angebote oft nicht die unterrepräsentierten Zielgruppen, wie Kinder und Jugendliche aus einkommensschwachen oder bildungsfernen Familien. Das Problem liegt daher weniger in der generellen Anzahl der Programme, sondern vielmehr in der gezielten Ansprache und Erreichbarkeit dieser Gruppen. Die ungleichmäßige Nutzung solcher Angebote untergräbt das Potenzial außerschulischer MINT-Initiativen, allen Schüler:innen qualitativ hochwertige Lernerfahrungen zu bieten und das Interesse sowie die Fähigkeiten in MINT-Bereichen in der gesamten Bevölkerung zu fördern.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen und die Reichweite sowie den Einfluss außerschulischer MINT-Initiativen zu erhöhen, sind gezielte und strategische Empfehlungen notwendig:

- Außerschulische Lernorte wie Labore und Forschungszentren sollten systematisch in die MINT-Bildung integriert werden, um praxisnahe Einblicke in MINT-Berufe zu ermöglichen.
- Schulen und außerschulische MINT-Anbieter sollten enger zusammenarbeiten, um regionale Maßnahmen besser zu verzahnen. Ganztagschulen könnten dabei verstärkt als Bildungsorte genutzt und außerschulische MINT-Angebote systematisch an Unterrichtsinhalte angebunden werden.
- Didaktik- und Pädagogikweiterbildungen für Lehrende sollten flexibel, digital und inklusiv gestaltet werden, mit ergänzenden Präsenz- und Blended-Learning-Angeboten.
- Qualifizierungszeiten für ehrenamtliche Lehrende sollten explizit eingeplant werden, um Engpässe zu mindern und Wertschätzung zu fördern.

Durch die Bewältigung dieser Herausforderungen können außerschulische MINT-Programme eine höhere Reichweite und größere Wirkung erzielen, sodass alle Schüler:innen – unabhängig von ihrem Hintergrund oder Wohnort – von ansprechenden und effektiven Lernerfahrungen profitieren können.

Ausbildungsbezogene Zuwanderung erleichtern und internationale MINT-Studierende halten

Viele der bisher genannten Maßnahmen konzentrieren sich auf die heranwachsende Generation von Schüler:innen. Während diese langfristig von großer Bedeutung sind, ist es ebenso entscheidend, sofortige Maßnahmen zu ergreifen, um die Zahl der qualifizierten Fachkräfte im MINT-Arbeitsmarkt bereits heute zu erhöhen. Daher ist es notwendig, auch den Kontext von Hochschulen und beruflicher Ausbildung verstärkt in den Blick zu nehmen. Die Zuwanderung internationaler Fachkräfte und Studierender spielt hierbei eine zentrale Rolle. Im Wintersemester 2022/23 waren knapp 370.000 internationale Studierende in Deutschland eingeschrieben, von denen 71 % angaben, eine Karriere in Deutschland anstreben zu wollen – angetrieben durch gute Karrieremöglichkeiten (Stifterverband 2024). Ohne den Zuwachs internationaler Studierender und Fachkräfte wäre die MINT-Fachkräftelücke noch gravierender: Seit 2012 hat die Beschäftigung von Ausländer:innen in MINT-Berufen die Lücke um 442.000 Personen reduziert, während die Zahl der inländischen MINT-Studienanfänger:innen demografisch bedingt um zehn Prozent zurückgegangen ist (Anger et al. 2024). Internationale Studierende gleichen diesen Rückgang teilweise aus und tragen entscheidend zur Stabilität und Weiterentwicklung der MINT-Wirtschaft bei.

Ein besonders hohes Potenzial liegt in der Zuwanderung über die Hochschulbildung. Internationale Studierende entscheiden sich überdurchschnittlich häufig für ein MINT-Fach und sind nach ihrem Studium besonders oft qualifikationsadäquat erwerbstätig. Diese Gruppe bietet nicht nur direkte Beiträge zur Fachkräftesicherung, sondern stärkt auch Netzwerke mit bevölkerungsreichen Drittstaaten und zieht weitere qualifizierte Zuwanderung an (Geis-Thöne 2023). Die Hochschulen spielen hier eine entscheidende Rolle, indem sie in Kooperation mit Organisationen wie dem DAAD Programme entwickeln, die internationale Studierende frühzeitig unterstützen und sie ermutigen, nach dem Studium in Deutschland zu bleiben. Besonders wichtig ist dabei die Förderung des Erwerbs von Deutschkenntnissen, um ihre Integration in den Arbeitsmarkt und die Gesellschaft zu erleichtern.

Gleichzeitig stehen internationale Studierende und Fachkräfte vor erheblichen Herausforderungen. Sprachliche Barrieren, Schwierigkeiten bei der Jobsuche und bürokratische Hürden erschweren den Übergang in den deutschen Arbeitsmarkt. Viele berichten zudem über mangelnde Informationsangebote in englischer Sprache und über Herausforderungen mit Einwanderungsbehörden (Stifterverband 2024). Für Erstgenerationsstudierende, die aus nicht-akademischen Haushalten stammen, kommen oft zusätzliche Belastungen wie geringere akademische Selbstwirksamkeit und höhere persönliche Opfer hinzu (Preuß et al. 2023). Diese Hürden behindern nicht nur die Integration, sondern auch die Nutzung des vollen Potenzials dieser talentierten Gruppe.

Um die MINT-Fachkräftelücke effektiv zu reduzieren und das Potenzial internationaler Talente optimal zu nutzen, bedarf es spezifischer und gezielter Maßnahmen:

- Vereinfachung und Beschleunigung von Einwanderungsverfahren, insbesondere durch die Nutzung des Fachkräfteeinwanderungsgesetzes,
- Ausbau von Sprachkursen, Jobvermittlungsprogrammen und Ressourcen, um internationale Studierende auf den deutschen Arbeitsmarkt vorzubereiten und ihren Verbleib zu fördern,
- Entwicklung von Programmen zur sozialen und kulturellen Integration, zur sprachlichen Förderung sowie zur Reduzierung psychischer Belastungen während des Studiums,
- Einführung von Mentoring- und Informationsprogrammen, die auf die spezifischen Bedürfnisse dieser Gruppe zugeschnitten sind,

- Förderung des Berufsausbildungssystems als attraktiver Zuwanderungsweg für junge Talente, insbesondere aus Drittstaaten.

Durch die Umsetzung dieser Maßnahmen kann Deutschland nicht nur die akute Fachkräftelücke im MINT-Bereich angehen, sondern auch seine Attraktivität als Ziel für internationale Talente stärken und langfristig eine diversere und innovative Arbeitswelt schaffen.

Zusammenfassung und Ausblick

In dem vorliegenden Paper wurden zu fünf Schwerpunktthemen der MINT-Bildung Handlungsempfehlungen für die (Bildungs-)Politik abgeleitet. Sie sollte an folgenden guten Beispielen ansetzen und diese strukturell weiterentwickeln, damit nicht nur einzelne Lernende und/oder – im weitesten Sinne – Lehrende von den Maßnahmen profitieren, sondern sich am gesamten (MINT-)Bildungssystem und damit für alle etwas verändert. Weitere Handlungsbedarfe sind in Abbildung 2 auf der folgenden Seite entlang der fünf Schwerpunktthemen und dazu bereits geleisteten guten Beispielen formuliert.

Die MINT-Bildung spielt eine Schlüsselrolle für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Zukunft Deutschlands. Zugleich stellen Herausforderungen wie der Fachkräftemangel, geschlechtsspezifische Ungleichheiten sowie Defizite bei digitalen Kompetenzen erhebliche Risiken für die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit des Landes dar. Obwohl Förderprogramme wie der MINT-Aktionsplan bedeutende Fortschritte erzielt haben, bleiben zentrale Schwachstellen bestehen, die gezielte Maßnahmen erfordern. Der Weg nach vorn erfordert ambitionierte und nachhaltige Strategien, die Bildungssysteme modernisieren, Chancen für alle schaffen und die Gesellschaft auf die Herausforderungen und Möglichkeiten der Zukunft vorbereiten.

Weitere Handlungsbedarfe auf Basis von guten Beispielen entlang fünf aktueller MINT-Bildungsthemen aus Studien von 2022 bis 2024

Schwerpunktthema	Gutes Beispiel aus Deutschland	Weitere Handlungsbedarfe
Potenziale der Digitalisierung im Unterricht: Digital Game-Based Learning	Der vom BMBF geförderte MINT-Campus bietet online u. a. Weiterbildungen für Lehrkräfte und andere außerschulische MINT-Akteur:innen zu Game-Based Learning am Beispiel des Open-Source-Spiels Minetest an. (https://mintcampus.org/lernangebote/minetest_lernwelten/)	Das außerunterrichtliche Engagement von Lehrkräften und in der (außerschulischen) MINT-Bildung oft ehrenamtliche Engagement von Akteur:innen sollte mit entsprechenden Leistungsnachweisen (z. B. Microcredentials) für Teilnehmende einhergehen, sodass diese auch in ihrem Berufsfeld entsprechende Anerkennung erhalten.
	Dr. Lars Menrath, Lehrkraft für Informatik an der Gaußschule Gymnasium am Löwenwall Braunschweig, gewann 2022 den Deutschen Lehrkräftepreis in der Kategorie „Unterricht innovativ“ für ein von ihm und seinen Schüler:innen der elften bis 13. Klasse entwickelte 3D-Computerspiel, mit dem die Fächer Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik interaktiver unterrichtet werden sollen und so die Begeisterung für diese Fächer steigen soll. (https://www.lehrkraeftepreis.de/preistraeger/1-preis-2022-mint-projekt-game-based-learning/)	Es darf nicht auf das Engagement einzelner Lehrkräfte gebaut werden. Es braucht eine strukturelle Integration von Informatik in die Lehrpläne, die u. a. von der Kultusministerkonferenz getragen werden sollte.
Digitale Kompetenzen im Rahmen der MINT-Bildung	Mecklenburg-Vorpommern und das Saarland sind in Deutschland die einzigen beiden Bundesländer, in denen fünf bis sechs Pflichtstunden Informatik pro Woche über alle Schulformen der Sekundarstufe I hinweg unterrichtet werden. (https://informatik-monitor.de/2023-24/laendervergleich)	Mit Blick auf neue Förderprogramme sollten Bund-Länder-Initiativen gestärkt werden, damit MINT-Bildung auch in den Schulen und ganz konkret im Unterricht (statt in Nachmittags-Angeboten) gestärkt werden kann. In diesem Zusammenhang sollte auch geprüft werden, wie Schulen und vor allem Lehrkräfte unterstützt werden können im Rahmen von Förderprogrammen.
	Die Initiative „MINT Zukunft schaffen!“ steht unter der Schirmherrschaft der KMK, ist eine Community bestehend aus Unternehmen, Verbänden, Stiftungen und Initiativen und vergibt u. a. das Signet „Digitale Schule“, welche bis 2024 rund 900 Schulen erhalten haben. Dafür müssen sie bestimmte Kriterien wie bspw. die notwendige Ausstattung und Qualifizierung der Lehrkräfte erfüllen. (https://mintzukunftschaefen.de/digitale-schule/)	In der steigenden Relevanzwahrnehmung bezüglich eines Schulfachs Informatik, in dem vor allem software skills unterrichtet werden sollen, werden hardware skills, die über ein Fach „Technik“ explizit adressiert werden könnten, vernachlässigt. Insbesondere an Gymnasien aber auch in alle anderen Schulformen fehlt es an Technikbildung.
Role Models und Mentoringprogramme für Mädchen in MINT	Die bundesweite Kompetenz- und Vernetzungsstelle MINTvernetzt hat als einen Schwerpunkt die gendersensible MINT-Bildung und bereitet für ihre Community u. a. Studienergebnisse zu dem Themenfeld auf. (https://www.mint-vernetzt.de/gender/)	Der Förderung von Mädchen bzw. Frauen als eine in MINT unterrepräsentierte Gruppe scheint angesichts des in den Sozialwissenschaften anerkannten Ansatzes der Intersektionalität zu kurz gegriffen. Es braucht nicht nur (monoedukative) Angebote für weiblich gelesene Lernende, vielmehr sollte die gesamte MINT-Bildungskette – im Sinne eines weiten Verständnisses von Inklusion – für alle zugänglich und entsprechend diversitätssensibel sein.
	Die Kommunikationsinitiative MINTmagie – unter der Schirmherrschaft des BMBF – hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Begeisterung für MINT-Themen bei Kindern und Jugendlichen zwischen zehn und 16 Jahren zu steigern. Hierfür nutzt sie vor allem Social Media, stellt aber auch für Bibliotheken vor Ort kostenfrei Lernmaterialien zur Verfügung. Mit deren Alltagsbezug und über die Präsentation von MINT-Themen u. a. über Instagram sollen vor allem auch Mädchen und junge Frauen erreicht werden. (https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/DE/1/31729_MINTmagie_DIY-Heft.html)	
	Um das Signet „MINT-freundliche Schule“ der Initiative „MINT Zukunft schaffen!“ zu erhalten, müssen Schulen u. a. explizite MINT-Angeboten für Mädchen nachweisen. Bundesweit sind bisher rund 2.000 Schulen als MINT-freundlich ausgezeichnet worden. (https://mintzukunftschaefen.de/mint-freundliche-schule/)	

Schwerpunkt-thema	Gutes Beispiel aus Deutschland	Weitere Handlungsbedarfe
Effektivität von außerschulischen MINT-Aktivitäten	<p>Unter der Schirmherrschaft des BMBF und der KMK haben sich unter der sog. MINT-Allianz während der Covid-19-Pandemie mehr als 80 Unternehmen, Verbände, Stiftungen u. a. zusammengeschlossen, um unter dem Motto „Wir bleiben schlau“ zunächst online, inzwischen auch offline, MINT-Angebote zu für Kinder und Jugendliche zu machen (https://www.bildung-forschung.digital/digitalezukunft/de/bildung/mint-allianz/alle-mint-angebote-eltern-und-lehrer-aufgepasst/alle-mint-angebote-eltern-und-lehrer-aufgepasst_node.html)</p>	<p>Mit Blick auf die diversen Programme zur Förderung der außerschulischen MINT-Bildung erscheint für die</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Verstärkung die Beteiligung von Städten bzw. Kommunen unabdingbar; b) sollten regionale Unternehmen eingebunden werden, da sie besonders an der Fachkräftegewinnung und -sicherung interessiert sind; c) sollten auch verschiedene Schulformen an den Förderprogrammen beteiligt werden, um eine strukturelle und inhaltliche Anbindung an den Unterricht zu erzielen und sowohl bildungsnahe als auch bildungsferne Schüler:innen zu erreichen. <p>Es besteht Forschungs- und Evaluationsbedarf dazu, wer von den außerschulischen MINT-Angeboten wie profitiert und welche Zugangs- und Nutzungsbarrieren, bspw. bezüglich der Elterneinbindung aber auch der Aus-, Fort- und Weiterbildung der Lehrkräfte, bestehen.</p>
	<p>Die inzwischen 73 vom BMBF geförderten MINT-Cluster sind jeweilige Zusammenschlüsse aus Bildung, Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Wirtschaft und Kommunalsektor. Über sie werden niedrigschwellige, alltagsnahe und regelmäßige MINT-Bildungsangebote für Kinder und Jugendliche zwischen zehn und 16 Jahren in den Regionen etabliert mit dem Ziel, deren Kompetenzen zu erweitern und Berufsperspektiven aufzuzeigen.</p>	
	<p>In Deutschland gibt es inzwischen 150 sog. MINT-Regionen. Das Programm der Körber Stiftung setzt auf die Berücksichtigung individueller Bedarfe und Gegebenheiten der Regionen in 15 Bundesländern mit dem Ziel der Qualitätssteigerung der außerschulischen MINT-Bildung. (https://mint-regionen.de/mint-regionen/hintergrund/)</p>	
Zuwanderung und internationale MINT-Studierende	<p>Beim Talent Summit handelt es sich um eine Jobmesse für englischsprachige Unternehmen mit Sitz in Deutschland, die englischsprachige Studienabsolvent:innen aus Deutschland einstellen wollen. Die Messe wird in der Region Kiel u. a. von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, FH Kiel, Kieler Wirtschaftsförderung, IHK zu Kiel und der Arbeitsagentur Kiel ausgerichtet. (https://www.kielregion.de/wirtschaftsregion/fachkraeftesicherung-in-der-region/fachkraefteoffensive/anmeldung-aussteller-talent-summit/)</p>	<p>Neben der Integration ausländischer MINT-Absolvent:innen sollten auch deutsche MINT-Studierende dazu motiviert werden, mehr Auslandserfahrung sammeln. Zudem sollte Deutschland angesichts der globalen Märkte und dem damit einhergehenden internationalen Wettbewerb eine stufenweise Angleichung des MINT-Bildungssystems zunächst auf Bundes-, dann auf europäischer Ebene anstreben.</p>

Abbildung 2: Weitere Handlungsbedarfe auf Basis von guten Beispielen entlang fünf aktueller MINT-Bildungsthemen aus Studien von 2022 bis 2024.

Literaturverzeichnis

- acatech & Joachim Herz Stiftung. (2023). MINT Nachwuchsbarometer 2023. acatech, München, und Joachim Herz Stiftung, Hamburg
- Anger, Christina, Julia Betz und Axel Plünnecke. (2024). MINT-Herbstreport 2024. MINT-Förderung – Der Schlüssel zu Innovation und Wachstum. Gutachten für BDA, Gesamtmetall und MINT Zukunft schaffen.
- Anger, Christina, Julia Betz und Axel Plünnecke. (2024). MINT-Frühjahrsreport 2024. Herausforderungen der Transformation meistern, MINT-Bildung stärken. Gutachten für BDA, Gesamtmetall und MINT Zukunft schaffen.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2019). Mit MINT in die Zukunft! Der MINT-Aktionsplan des BMBF. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2022): MINT-Aktionsplan 2.0. https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/digitalisierung-und-mint-bildung/mint-bildung/mint-aktionsplan_node.html
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (13.12.2024): Bund und Länder einigen sich auf Digitalpakt 2.0. <https://www.bmbf.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/2024/12/Digitalpakt.html>
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2022), Fragen und Antworten zum Ende des Modellprogramms „Sprach-Kitas“. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ).
- Cai, Zhihui, Peipei Mao, Dandan Wang, Jinbo He, Xinjie Chen und Xitao Fan. (2022). Effects of scaffolding in digital game-based learning on student's achievement: A three-level meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 34(2), 537-574.
- Diersen, Gabriele und Lara Paschold. (2021): Außerschulisches Lernen – ein Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung und Inklusion. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*. 43(1), 11–19.
- Eickelmann, Birgit, Gianna Casamassima, Kerstin Drossel und Nadine Fröhlich. (2024). ICILS 2023 im Überblick: Zentrale Ergebnisse, Entwicklungen über ein Jahrzehnt und mögliche Entwicklungsperspektiven. Waxmann.
- Freericks, Renate. (2011): Außerschulische Lernorte: Typologie und Entwicklungsstand. In *Zukunftsfähige Freizeit. Analysen – Perspektiven – Projekte*. 1. Bremer Freizeitkongress. Hochschule Bremen.
- Friedrichs-Liesenkötter, Henrike. (2019). Wo Medienbildung draufsteht, steckt nicht unbedingt Medienbildung drin: Eine Dokumentenanalyse von Bildungsplänen und Curricula in Ausbildung und Studium zur frühkindlichen Medienbildung und -erziehung. *Medienimpulse*, 57(1), 1–47
- Geis-Thöne, Wido. (2022). Fachkräftesicherung durch Zuwanderung über die Hochschule. *IW-Trends*, 3, 67–88
- Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur (GMK) (2017). *Kinder im Mittelpunkt: Frühe Bildung und Medien gehören zusammen: Positionspapier der GMK-Fachgruppe Kita*.
- Gladstone, Jessica R. und Andrei Cimpian. (2021) Which role models are effective for which students? A systematic review and four recommendations for maximizing the effectiveness of role models in STEM. *International Journal of STEM Education*, 8.
- Hellmig, Lutz, Bentley Schieckoff, Richard Schwarz und Felix Süßenbach. (2023). *Informatik-Monitor 2023/24: Zur Situation des Informatikunterrichts in Deutschland*. Gesellschaft für Informatik e.V.
- Hu, Yuanyuan, Timothy Gallagher, Pieter Wouters, Marieke van der Schaaf und Liesbeth Kester. (2022). Game-based learning has good chemistry with chemistry education: A three-level meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 59, 1499–1543.
- Kirchherr, Julian, Julia Klier, Cornels Lehmann-Brauns und Mathias Winde. (2018). *Future Skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen*. Stifterverband.
- Köller, Olaf, Felicitas Thiel, Isabell van Ackeren, Yvonne Anders, Michael Becker-Mrotzek, Ulrike Cress, Claudia Diehl, Thielo Kleickmann, Birgit Lütje-Klose, Susanne Prediger, Susann Seiber, Birgit Ziegler, Harm Kuper, Petra Stanat, Kai Maaz und Doris Lewalter. (2022). *Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule*. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK), Bonn.

- Kultusminister Konferenz. (2024). Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-informatisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung. Kultusminister Konferenz (KMK).
- Landesmedienzentrum Baden-Württemberg (29.01.2020). OECD-Studie: Die beliebtesten Berufswünsche von Teenagern. <https://www.lmz-bw.de/landesmedienzentrum/aktuelles/aktuelle-meldungen/detailseite/oecd-studie-die-beliebtesten-berufswuensche-von-teenagern/>
- Lewalter, Doris, Jennifer Dietrich, Frank Goldhammer, Olaf Köller und Kristina Reiss. (2023). PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland. Waxmann.
- MINTvernetzt. (2023). Didaktik an außerschulischen MINT-Lernorten: Chancen und Herausforderungen der außerschulischen MINT-Bildung. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V.
- Nationales MINT Forum (2022). Frauen in MINT Berufen: gewinnen und halten. Nationales MINT Forum.
- Nickolaus, Reinhold, Mirjam Steffensky und Ilka Parchmann,. (2018): Expertise zu Effekten zentraler außerschulischer MINT-Angebote. Erstellt im Auftrag des Nationalen MINT Forum e. V.
- Plante, Isabell, Roxane de la Sablonnière, Joshua M. Aronson und Manon Théorêt. (2013). Gender stereotype endorsement and achievement-related outcomes: The role of competence beliefs and task values. *Contemporary Educational Psychology*, 38, 225–235.
- Preuß, Judith Sarah, Julia Zimmermann und Kathrin Jonkmann. (2023). Academic Self-Efficacy and Value Beliefs of International STEM and Non-STEM University Students in Germany from an Intersectional Perspective. *Education Sciences*, 13(8), 786. <https://doi.org/10.3390/educsci13080786>
- Spieler, Bernadette (2023), Empfehlungen für gendersensible MINT-Angebote für Schülerinnen am Beispiel der Schweiz. In *Teaching Gender in MINT in der Pandemie. Chancen und Herausforderungen digitaler Transformation*. Wiesbaden.
- Stifterverband. (2024). Zwischen Willkommen und Wirklichkeit: Befragung internationaler MINT Studierender: Wie die Integration in Gesellschaft und Arbeitsmarkt besser gelingt. Stifterverband
- SWK, 2022, Digitalisierung im Bildungssystem. Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK), Bonn
- Wang, Liang-Hui, Bing Chen, Gwo-Jen Hwang, Jue-Qi Guan und Yun-Qing Wang. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(26).
- Wang, Ming-Te und Jessica Degol. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy–value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental review*, 33(4), 304-340.

Herausgeber

Prof. Dr. Volker Wittpahl
Institut für Innovation und Technik (iit)
in der
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1, 10623 Berlin

Zitation

Lesperance, Kaley; Schaffrath, Scarlet
(2025): Mehr als eine Farbe: Wie MINT die
Zukunft greifbar macht und was dafür in
unserem Bildungssystem passieren muss.
iit-perspektive Nr. 76. Institut für Innova-
tion und Technik (iit), Berlin.

Autorinnen

Dr. Kaley Lesperance
Tel.: +49 (0) 89 51089630-608
E-Mail: Kaley.Lesperance@vdivde-it.de

Dr. Scarlet LaShea Schaffrath
Tel.: +49 (0) 228 39175 13
E-Mail: ScarletLaShea.Schaffrath@vdivde-it.de

iit perspektive Nr. 76

Januar 2025
Layout: Poli Quintana
DOI: 10.23776/2025_02
Bildnachweise: Halfpoint – stock.adobe.com

