



STIFTERVERBAND

OLAF KÖLLER – LARISSA LUSNIG – NADINE SCHNEIDER

# WIE GELINGT GUTER MINT-UNTERRICHT?

Meta-Studie zur Sammlung von  
evidenzbasierten Maßnahmen zur  
Steigerung der MINT-Kompetenzen der  
Schülerinnen und Schüler



## Vorwort

Ob Kinder neugierig bleiben oder den Anschluss verlieren, entscheidet sich oft früh – und häufig im Mathe- oder Naturwissenschaftsunterricht. Hier erleben viele zum ersten Mal Erfolg, aber auch Frust. Hier entsteht Interesse an Technik und Forschung – oder die Überzeugung: *Das ist nichts für mich*. MINT-Bildung prägt Bildungswege, Berufschancen und letztlich die Zukunft unserer Gesellschaft. Denn MINT-Fähigkeiten gehören zu den wichtigsten Grundlagen für die Innovationsfähigkeit Deutschlands: Sie treiben neue Ideen voran, stärken die Gesellschaft in Krisenzeiten und sichern langfristig ihren wirtschaftlichen Erfolg.

Doch seit Jahren senden Studien ein deutliches Warnsignal: Die Leistungen im MINT-Bereich stagnieren oder gehen zurück. Besonders Kinder aus sozial benachteiligten Familien tragen die Folgen. Was fehlt, wird selten aufgeholt. Damit stellt sich eine drängende Frage: Wie muss MINT-Unterricht gestaltet werden, damit er stärkt statt aussortiert? Und wie können außerschulische Angebote dabei helfen, das Bildungsniveau in MINT-Fächern umfassend zu fördern?

Diese Meta-Studie sucht Antworten auf genau diese Fragen. Sie schaut nicht auf Einzelmaßnahmen oder kurzfristige Trends, sondern auf das, was nachweislich wirkt. Auf der Grundlage umfangreicher nationaler und internationaler Forschung zeigt sie, wie guter MINT-Unterricht gelingen kann – im Klassenzimmer ebenso wie an außerschulischen Lernorten. Im Fokus stehen Ansätze, die Lernen verständlich, motivierend und nachhaltig machen – von der Vorschule bis zur Sekundarstufe.

Die Studie richtet sich an alle, die Bildung gestalten und Verantwortung tragen: an Bildungsverwaltungen, bildungspolitische Akteurinnen und Akteure, Schulleitungen sowie an Partnerinnen und Partner aus dem außerschulischen Bereich. Sie soll Orientierung geben, Mut machen und den Blick auf das lenken, was wirklich zählt. Denn gute MINT-Bildung ist kein Luxus. Sie ist eine Voraussetzung für Chancengerechtigkeit, gesellschaftliche Teilhabe und eine gemeinsame Zukunft, die niemanden zurücklässt.

Erstellt wurde die Studie im Auftrag des Stifterverbandes vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) mit finanzieller Unterstützung der Vector Stiftung. Wir bedanken uns an dieser Stelle sehr herzlich für die gute Zusammenarbeit.

---

# INHALT

---

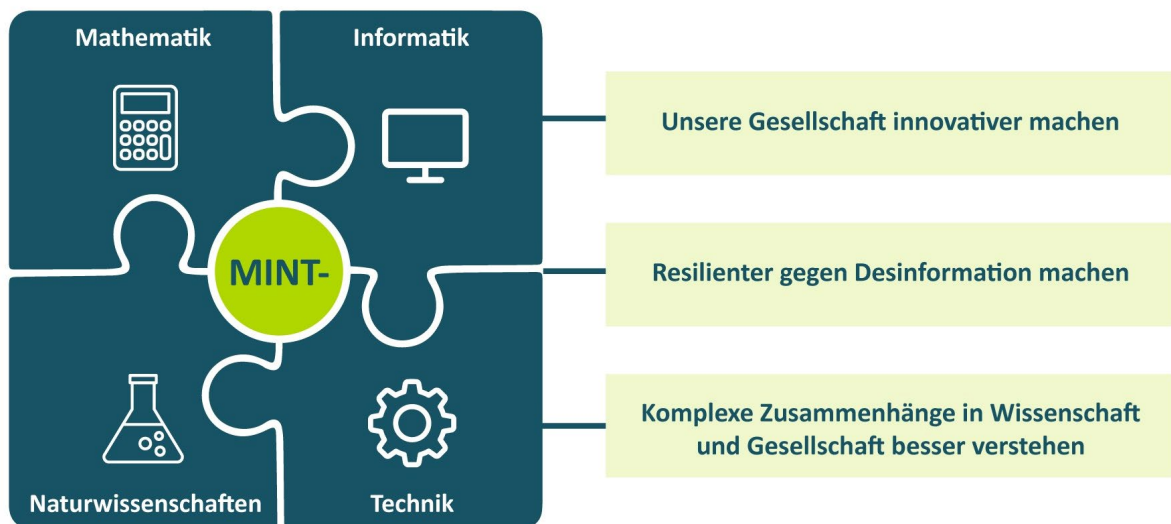
|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Einführung und Status quo</b>                                                 | <b>3</b>  |
| 1.1. Einleitung                                                                     | 3         |
| 1.2. Zielbild für guten MINT-Unterricht aus wissenschaftlicher Perspektive          | 4         |
| 1.3. Status quo: Befunde aus den aktuellen Schulleistungsstudien                    | 4         |
| <b>2. Vorschulische Bildung verbessern</b>                                          | <b>8</b>  |
| <b>3. Unterrichtsqualität in der Primarstufe weiterentwickeln</b>                   | <b>10</b> |
| 3.1. So gelingt guter MINT-Unterricht in der Primarstufe                            | 10        |
| 3.2. Konkrete Handlungsempfehlungen für die Primarstufe                             | 12        |
| <b>4. Unterrichtsqualität in der Sekundarstufe weiterentwickeln</b>                 | <b>16</b> |
| 4.1. So gelingt guter MINT-Unterricht in der Sekundarstufe                          | 17        |
| 4.2. Konkrete Handlungsempfehlungen                                                 | 19        |
| <b>5. Verzahnung von Unterricht und außerschulischen Angeboten fördern</b>          | <b>20</b> |
| 5.1. So gelingt guter MINT-Unterricht unter Einbezug von außerschulischen Angeboten | 21        |
| 5.2. Konkrete Handlungsempfehlungen für außerschulische MINT-Angebote               | 23        |
| <b>6. Zusammenfassung und Ausblick</b>                                              | <b>24</b> |
| <b>7. Literaturverzeichnis</b>                                                      | <b>25</b> |

# 1. EINFÜHRUNG UND STATUS QUO

## 1.1. Einleitung

MINT-Kompetenzen, das heißt, Fähigkeiten und Fertigkeiten in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, sind zentral für die Resilienz und die Innovationsfähigkeit einer Gesellschaft. Sie ermöglichen es Menschen, komplexe Themen wie Klimamodelle, Energieinfrastrukturen oder digitale Netzwerke zu verstehen und kritisch zu bewerten. Dadurch fördern sie eine evidenzbasierte Auseinandersetzung mit zentralen Zukunftsfragen, beispielsweise im Kontext der nachhaltigen Ressourcennutzung oder der demografischen Entwicklung. MINT-Fähigkeiten und -Fertigkeiten sind eng mit Problemlöse- und Analysekompetenzen verknüpft. Diese sind nötig, um gesellschaftlich relevante Lösungen zu entwickeln und technologische Fortschritte verantwortungsvoll einzusetzen. Darüber hinaus tragen sie zur Stärkung der Teilhabe bei, indem sie Bürgerinnen und Bürger befähigen, in einer zunehmend technisierten Welt informierte Entscheidungen zu treffen. Auf gesellschaftlicher Ebene sichern MINT-Kompetenzen Innovationsdynamik, Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit; auf individueller Ebene eröffnen sie Möglichkeiten zur aktiven Mitgestaltung des Lebensumfeldes und zur beruflichen Teilhabe.

**Abbildung 1: MINT-Kompetenzen als Schlüssel gesellschaftlicher Resilienz und Innovationsfähigkeit**



Quelle: Eigene Darstellung

Die Förderung von MINT-Kompetenzen ist demnach eine zentrale gesellschaftliche Aufgabe, der sich auch Kitas und Schulen stellen müssen. Diese Stellungnahme liefert Empfehlungen, die MINT-Bildungsprozesse fördern können. Um diese Empfehlungen abzuleiten, wurde die nationale und internationale Literatur zur Förderung der MINT-Bildung im schulischen und außerschulischen Kontext systematisch gesichtet, ausgewertet und dokumentiert (Systematic Review). Untersuchungsgruppen waren Schülerinnen und Schüler der Grundschule und der Sekundarstufe I, unter besonderer Berücksichtigung der sozial benachteiligten Schülerinnen und Schüler, der Mädchen sowie der Hochleistenden und Hochbegabten. Auf Basis wissenschaftlicher Befunde wurde eine Sammlung von Maßnahmen dokumentiert, die sich nachweislich positiv auf die Steigerung der MINT-Kompetenzen auswirken. Wenngleich nicht für alle Maßnahmen direkte Evidenz für ihre Wirksamkeit besteht, so basieren sie zumindest auf Designprinzipien, für die wissenschaftlich belegt ist, dass sie lernförderlich wirken können. So lassen sich Erfolgsfaktoren benennen und erfolgreiche Praxisbeispiele aus dem nationalen wie internationalen Kontext zur Verfügung stellen.

## 1.2. Zielbild für guten MINT-Unterricht aus wissenschaftlicher Perspektive

Konzeptionen darüber, was unter MINT-Bildung zu verstehen ist, haben sich in den letzten Jahren gewandelt. Zentrale Orientierungspunkte sind die OECD-Rahmenkonzepte in PISA 2022 (Mathematik) und PISA 2025 (Naturwissenschaften), die fachbezogene Kompetenzen mit sogenannten „21st Century Skills“ – Kreativität, kritischem Denken, Kooperation und Kommunikation – verbinden. Ziel ist es, Schülerinnen und Schüler zu befähigen, Wissen flexibel und verantwortungsvoll in realen Kontexten anzuwenden. Naturwissenschaftliche Bildung wird dabei als Kompetenz verstanden, Phänomene zu erklären, Daten kritisch zu bewerten und wissenschaftliche Informationen für Entscheidungen zu nutzen.

Abbildung 2: Zielbild für guten MINT-Unterricht aus wissenschaftlicher Perspektive



Quelle: Eigene Darstellung

Der damit verbundene Unterricht soll forschend-entdeckend, problemorientiert und kontextbezogen gestaltet werden. Besonders betont werden „Science Identity“ und ökologische Verantwortung, um Selbstwirksamkeit und Engagement zu fördern. Im Mathematikunterricht liegt der Fokus auf Argumentation, Problemlösen und mathematischem Denken im Alltag. Mathematical Reasoning, also logisches und reflektiertes Denken, sowie der Einsatz digitaler Werkzeuge gewinnen an Bedeutung. Das Framework zur internationalen computer- und informationsbezogenen Grundbildungsstudie (ICILS) ergänzt diese Ansätze um digitale und informatische Kompetenzen: Schülerinnen und Schüler sollen digitale Medien kreativ, kritisch und verantwortungsvoll nutzen sowie algorithmisch denken und Probleme modellieren können. Im naturwissenschaftlichen sowie technischen Unterricht liegt der Fokus auf dem Verstehen und Anwenden von naturwissenschaftlichen Phänomenen und technischen Konzepten sowie dem kritischen Reflektieren und Neuentwickeln von Erklärungsmodellen. Moderne MINT-Bildung verbindet somit Fachwissen, gesellschaftliche Verantwortung und digitale Kompetenz.

## 1.3. Status quo: Befunde aus den aktuellen Schulleistungstudien

In Deutschland geben die aktuellen internationalen Vergleichsstudien, insbesondere TIMSS 2023, PISA 2022 und ICILS 2023 sowie der 2025 publizierte IQB-Bildungstrend 2024 Auskunft über die Erträge der schulischen MINT-Bildungsangebote. Dabei werden sowohl Leistungsstände als auch motivationale, soziale und migrationsbezogene Disparitäten untersucht.

Die **TIMS-Studie** (Trends in International Mathematics and Science Study) ist eine internationale Vergleichsstudie, die alle vier Jahre die mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen in der Grundschule (4. Klasse) und der Sekundarstufe I (8. Klasse) untersucht, um Trends zu erfassen und Bildungssysteme zu vergleichen.

TIMSS 2023 zeigt, dass etwa 40 Prozent der Unterrichtszeit in der Grundschule naturwissenschaftlichen Themen gewidmet sind (Steffensky et al., 2024). Ziel ist es, grundlegendes Wissen, Interesse sowie erste wissenschaftsbezogene Denk- und Arbeitsweisen zu fördern. Informatische Inhalte spielen bislang eine marginale Rolle (SWK, 2022).

### Kompetenzrends, soziale Disparitäten und Digitalisierung

TIMSS 2023 zeigt seit 2007 stabile, jedoch leicht rückläufige Kompetenzen in Mathematik und den Naturwissenschaften. Mädchen und Jungen erzielen in den Naturwissenschaften im Vergleich ähnliche Ergebnisse; in Mathematik bestehen geringe Vorteile zugunsten der Jungen. Deutlich ausgeprägter sind soziale und migrationsbedingte Disparitäten: Kinder aus bildungsfernen Familien und mit Migrationshintergrund weisen Kompetenzrückstände von bis zu einem Schuljahr auf. Besonders markant ist der Leistungsunterschied zwischen Kindern mit und ohne Zuwanderungshintergrund im naturwissenschaftlichen Bereich. Zudem zeigt sich, dass digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht der Grundschule bislang kaum systematisch eingesetzt werden, während sie im Mathematikunterricht vorrangig für Übungszwecke verwendet werden.

### Abbildung 3: Wichtige Trends in Mathematik und Naturwissenschaften seit 2007



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von TIMSS 2023

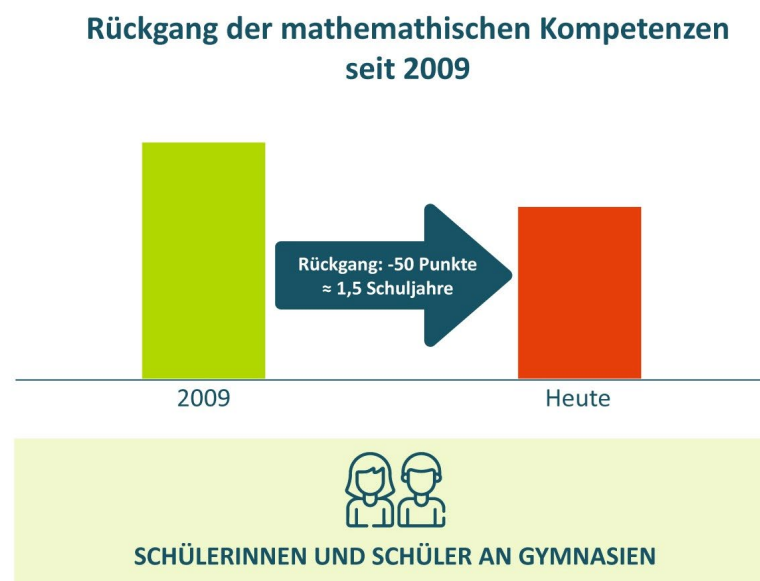
### Abwärtstrend in der Sekundarstufe

In der Sekundarstufe I bestätigen die PISA-Ergebnisse 2022 sowie der IQB-Bildungstrend 2024 einen deutlichen Leistungsrückgang in Mathematik und den Naturwissenschaften in den letzten Jahrzehnten. Obwohl die Leistungen deutscher Schülerinnen und Schüler im internationalen PISA-Vergleich (OECD-Mittel) nicht signifikant niedriger sind als in anderen Ländern, ist ein klarer negativer Trend erkennbar. Besonders betroffen sind Schülerinnen und Schüler an Gymnasien, deren mathematische Kompetenzen seit 2009 im Durchschnitt um rund 50 Punkte gesunken sind – ein Rückgang, der einem Lernverlust von über eineinhalb

Schuljahren entspricht. Im IQB-Bildungstrend 2024 wird deutlich, dass die Verluste in allen Bundesländern zu beobachten sind. PISA-Ergebnisse und IQB-Bildungstrend weisen zudem auf eine im Mittel geringe Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts hin.

Der **IQB Bildungstrend** ist eine bundesweite Studie des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen, die etwa alle drei Jahre das Erreichen von Bildungsstandards in Deutsch, Mathematik und Fremdsprachen (Sekundarstufe I) bzw. Deutsch und Mathematik (Primarstufe) untersucht.

**Abbildung 4: Mittelwerte der erreichten Kompetenzen von Neuntklässlerinnen und Neuntklässlern an Gymnasien im Trend im Fach Mathematik in PISA**



Quelle: PISA 2022

### „Mathe-Angst“ vs. Zuversicht

Geschlechtsspezifische Unterschiede bleiben gering: In den Naturwissenschaften zeigen sich keine Differenzen, in Mathematik liegt der Vorsprung der Jungen in PISA 2022 bei 9 Punkten und ist damit gering. Auffälliger sind Unterschiede in den motivationalen und emotionalen Einstellungen zum Fach Mathematik. Jungen berichten häufiger von positiven Emotionen (zum Beispiel Interesse, Zuversicht), während Mädchen tendenziell stärkere negative Affekte (zum Beispiel Angst, Müdigkeit) äußern. Insgesamt deuten die Befunde auf eine abnehmende Lernmotivation und eine verringerte wahrgenommene Unterstützung im Unterricht hin.

### Leistungsrückgang und soziale Selektion nehmen zu

Parallel dazu wächst die Risikogruppe (Jugendliche, die aufgrund ihrer geringen schulischen Kompetenzen kaum Chancen auf dem Ausbildungsmarkt haben) in Mathematik und den Naturwissenschaften deutlich, während der Anteil an leistungsstarken Schülerinnen und Schülern abnimmt. Jugendliche mit Migrationshintergrund – insbesondere die der ersten Generation – sind in der Risikogruppe überproportional vertreten. Auch soziale Disparitäten bleiben stark ausgeprägt: Jugendliche aus bildungsnahen Familien erreichen signifikant höhere Kompetenzniveaus als solche aus benachteiligten sozioökonomischen Milieus. Als Hauptursachen für den allgemeinen Leistungsrückgang werden in der Forschung vier Faktoren diskutiert: die Folgen pandemiebedingter Schulschließungen, die unzureichende Integration zugewanderter Kinder und Jugendlicher seit 2015/16, ein zu hoher Medienkonsum, vor allem die übermäßige Nutzung von Social Media,

sowie Defizite in der Unterrichtsqualität. Letztere äußern sich unter anderem in einem geringen Lebensweltbezug, einer Dominanz einfacher Aufgabenformate und einer mangelnden motivationalen Aktivierung der Lernenden.

### Digitalkompetenzen im Sinkflug

Die Ergebnisse der ICILS-Studie 2023 verdeutlichen zudem, dass digitale und informatische Kompetenzen seit einem Jahrzehnt rückläufig sind. Obwohl Deutschland im europäischen Vergleich leicht über dem Durchschnitt liegt, gehört mit rund 40 Prozent ein erheblicher Anteil der Achtklässlerinnen und Achtklässler zur Risikogruppe. Mädchen erzielen im Bereich der „ICT Literacy“ geringfügig bessere Ergebnisse als Jungen, während im Bereich des „Computational Thinking“ keine signifikanten Geschlechterunterschiede bestehen.

Die **ICILS-Studie** (International Computer and Information Literacy Study) ist eine internationale Vergleichsstudie, die alle fünf Jahre die digitalen Kompetenzen von Achtklässlerinnen und Achtklässlern misst.

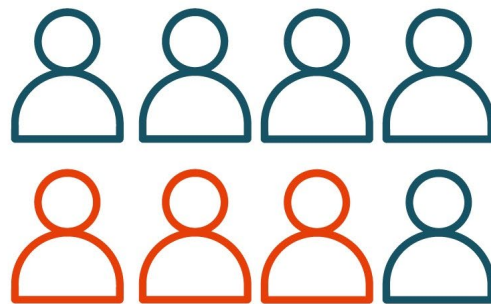
**ICT Literacy** (Information and Communication Technology Literacy) bezeichnet die Fähigkeit, digitale Technologien, Kommunikationswerkzeuge und Netzwerke gezielt einzusetzen, um Informationen zu finden, zu verarbeiten und zu bewerten.

Abbildung 5: Kernaussage aus ICILS 2023

**40 %**

**DER ACHTKLÄSSLER  
ALS RISIKOGRUPPE**

mit geringen digitalen  
Kompetenzen



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von ICILS 2023

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die MINT-Kompetenzen deutscher Schülerinnen und Schüler durch zunehmende Heterogenität und wachsende soziale Ungleichheit gekennzeichnet sind. Während geschlechterspezifische Unterschiede weitgehend nivelliert erscheinen, bleiben soziale und migrationsbedingte Disparitäten bestehen, die sich bereits in der Grundschule abzeichnen und in der Sekundarstufe verfestigen. Zugleich offenbaren die Daten Defizite in der digitalen Bildung sowie eine unzureichende Verbindung zwischen Fachlernen, Motivation und Lebensweltbezug. Eine nachhaltige Verbesserung der MINT-Kompetenzen erfordert daher eine integrative, forschend-entdeckende und digital gestützte Unterrichtspraxis, die sowohl kognitive als auch motivationale und soziale Dimensionen systematisch adressiert.

## 2. VORSCHULISCHE BILDUNG VERBESSERN

### Von Anfang an Neugier wecken und Denken strukturieren

Frühe MINT-Bildung trägt wesentlich dazu bei, grundlegende kognitive, sprachliche und soziale Basiskompetenzen auszubilden, die für den späteren schulischen Lernprozess unverzichtbar sind. Bereits im Vorschulalter erweist sich die Orientierung an Phänomenen als zentrales Prinzip der Lern- und Erfahrungsprozesse. Kinder profitieren davon, wenn sie grundlegende Naturerscheinungen unmittelbar beobachten können – etwa das Fließen von Wasser, das Schmelzen von Eis oder das Entstehen von Schatten. Solche Erfahrungen regen zum Staunen und zu Fragen an und bilden die Basis für erste wissenschaftsnahe Denkweisen. Entscheidend ist dabei, dass die Beobachtungen durch gezielte Impulse der Fachkräfte strukturiert und sprachlich begleitet werden, um die kindliche Neugier in systematisches Lernen zu überführen. Im Zentrum vorschulischer MINT-Bildung steht also die Förderung von Neugier, Problemlösefähigkeit und Kreativität, die Kinder in die Lage versetzt, erste Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen, mathematischen und technischen Phänomenen zu sammeln (Steffensky et al., 2024). Von besonderer Bedeutung für das spätere Lernen in der Schule sind weiterhin die mathematischen Vorläuferfähigkeiten der Kinder. So sollten sie eine Mengenbewusstheit für Zahlen entwickeln (Teil/Ganzes, Zu-/Abnahme) sowie Mengenrelationen verstehen. Hierzu zählen die Zusammensetzung und Zerlegung von (An-)Zahlen (Krajewski & Schneider, 2006).

Abbildung 6: Vorschulische MINT-Bildung verbessern



Quelle: Eigene Darstellung

### Spielerisch lernen

Ein wesentliches Qualitätsmerkmal vorschulischer MINT-Aktivitäten ist die Integration in spielbasierte Lernprozesse. Kinder sollen in Alltagssituationen – etwa beim Bauen, beim Sortieren oder beim Beobachten von Naturvorgängen – angeregt werden, Fragen zu stellen, Hypothesen zu entwickeln und einfache Zusammenhänge zu erkunden. Dies entspricht dem Prinzip der „spielerischen Exploration“ und trägt entscheidend zur Nachhaltigkeit von Lernprozessen bei (Sydon & Phuntsho, 2022).

## Sensibel betreuen

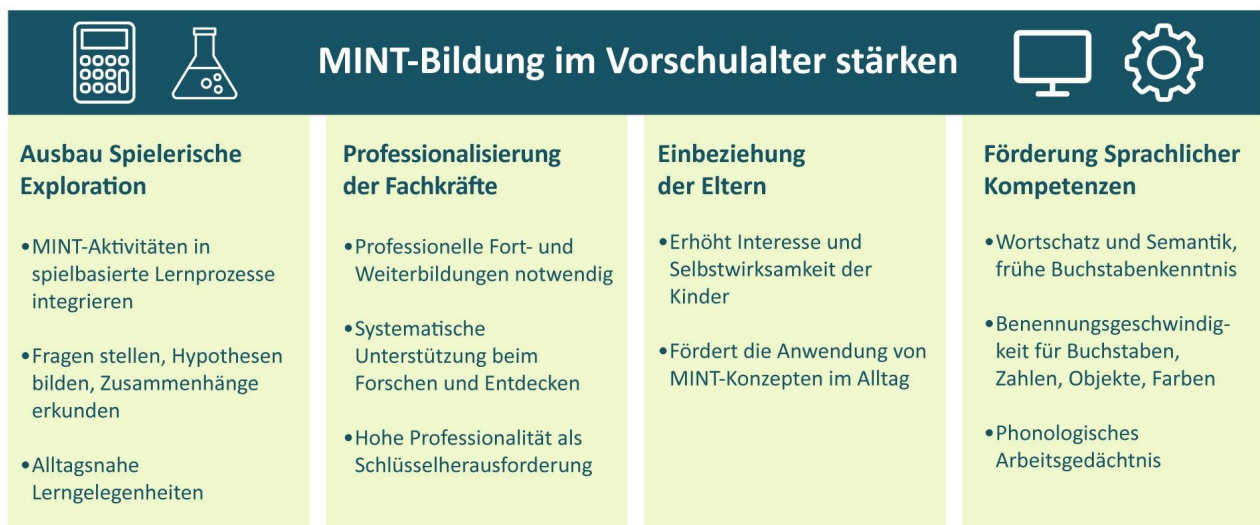
Darüber hinaus hat die Qualität der Betreuung einen großen Einfluss. Hohe Sensitivität und kognitive Anregung durch pädagogische Fachkräfte wirken sich insbesondere für Kinder aus einkommensschwachen Familien positiv auf spätere Leistungen in MINT-Fächern aus (Bustamante et al., 2023). Frühkindliche Bildung kann so einen Beitrag leisten, um soziale Ungleichheiten abzumildern.

## Fachkräfte stärken und Eltern einbinden

Eine zentrale Herausforderung besteht jedoch in der Professionalität der Fachkräfte. Fort- und Weiterbildungen sowie praktische Unterstützung sind daher notwendig, um pädagogische Fachkräfte zu befähigen, Kinder beim Forschen und Entdecken systematisch und damit wirksam zu begleiten. Die Einbeziehung der Eltern in frühe MINT-Aktivitäten steigert das Interesse, die Selbstwirksamkeit und die Anwendung von MINT-Konzepten bei Kindern und erhöht zugleich die Wertschätzung der Eltern für MINT-Aktivitäten (Salvatierra & Cabello, 2022). Eltern sollten daher einbezogen werden, um das Lernen ihrer Kinder auch im familiären Umfeld zu begleiten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich wirksame MINT-Bildung in der Vorschule durch spielerische Phänomenorientierung, alltagsnahe Lerngelegenheiten, die Einbeziehung der Eltern, eine qualitativ hochwertige Betreuung sowie die gezielte Professionalisierung der Fachkräfte auszeichnet. Allerdings ist eine adäquate vorschulische MINT-Bildung nicht allein wirksam. Die sprachlichen Kompetenzen der Kinder sind notwendige Voraussetzungen für erfolgreiches vorschulisches MINT-Lernen (vgl. SWK, 2022). Dies umfasst die Bereiche Semantik/Wortschatz, phonologische Bewusstheit, frühe Buchstabenkenntnis, Benennungsgeschwindigkeit für Buchstaben und Zahlen, Benennungsgeschwindigkeit für Objekte und Farben, Schreibenkönnen des eigenen Namens und Funktionstüchtigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses.

**Abbildung 7: Wirksame MINT-Bildung im Vorschulalter**



Quelle: Eigene Darstellung

Darüber hinaus ist es im Vorschulbereich zentral, Angebote zu machen, welche auch die selbstregulativen Kompetenzen der Kinder und ihre exekutiven Funktionen unterstützen (Dubowy & Hasselhorn, 2024). Selbstregulative Kompetenzen umfassen dabei die Emotionsregulation sowie den Aufbau sozialer Kompetenzen im Umgang mit Gleichaltrigen und Erwachsenen. Exekutive Funktionen beziehen sich auf die folgenden drei Faktoren, die für die gesamte Schullaufbahn von Bedeutung sind (Dubowy & Hasselhorn, 2024, S. 68):

- Inhibition: gezieltes Unterdrücken einer spontanen und dominanten Reaktionstendenz
- Updating: kontinuierliche Überwachung und Aktualisierung von Informationen im Arbeitsgedächtnis
- Shifting/Switching: Fähigkeit, sich immer wieder auf neue Situationen, Regeln oder Anforderungen einzustellen und situationsadäquat zwischen ihnen zu wechseln

### 3. UNTERRICHTSQUALITÄT IN DER PRIMARSTUFE WEITERENTWICKELN

Guter MINT-Unterricht in der Primarstufe verfolgt das Ziel, grundlegende naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen anzubahnen und basale Routinen zu etablieren. Im Zentrum steht der Aufbau von Basiskompetenzen, die es Kindern ermöglichen, Naturphänomene systematisch zu erkunden und erste konzeptuelle Strukturen zu entwickeln (Steffensky et al., 2024).

#### 3.1. So gelingt guter MINT-Unterricht in der Primarstufe

##### Naturwissenschaftlicher Unterricht

Ein wesentliches Qualitätsmerkmal des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist die Phänomenorientierung. Grundschulkinder sollen Naturerscheinungen wie Licht und Schatten, Schall und Magnetismus sowie einfache chemische Reaktionen unmittelbar erfahren und daraus Fragestellungen entwickeln. Der Unterricht knüpft an lebensweltliche Erfahrungen an und überführt sie in systematische Lerngelegenheiten. Dies entspricht dem didaktischen Prinzip der „Anschlussfähigkeit“ und ist entscheidend für die Nachhaltigkeit der Lernprozesse. Darauf aufbauend bildet das Experimentieren die zentrale Methode des naturwissenschaftlichen Lernens. Bereits in der Grundschule können Kinder Hypothesen formulieren, einfache Versuche planen, Beobachtungen dokumentieren und Ergebnisse diskutieren. Solche Prozesse fördern methodische Kompetenzen wie Beobachten, Vergleichen, Messen und Klassifizieren. Die Forschung zeigt, dass insbesondere angeleitetes Experimentieren (Guided Inquiry) für diese Altersgruppe wirksam ist, da es Freiräume für eigenes Entdecken mit notwendiger Struktur verbindet (van Uum et al., 2021).

Ein weiterer Fokus liegt auf der Konzeptentwicklung. Kinder bringen häufig vorwissenschaftliche Alltagsvorstellungen mit (zum Beispiel „Pflanzen ernähren sich vom Boden“ oder „Schweres fällt schneller als Leichtes“). Guter naturwissenschaftlicher Unterricht nimmt diese Vorstellungen ernst, deckt ihre Grenzen auf und unterstützt die Transformation in tragfähigere naturwissenschaftliche Konzepte. Dies erfordert kontinuierliche Lerngelegenheiten, die an Vorwissen anknüpfen und kognitive Konflikte produktiv nutzen (Vosniadou, 2013).

Darüber hinaus ist die sprachliche Dimension zentral. Naturwissenschaftlicher Unterricht muss Fachbegriffe und Darstellungsformen schrittweise einführen und mit alltagsnaher Sprache verknüpfen. Sprachsensibler MINT-Unterricht unterstützt Kinder dabei, Beobachtungen präzise zu verbalisieren, Hypothesen zu formulieren und Ergebnisse in geeigneten Darstellungsformen zu kommunizieren.

Digitale Medien können ergänzend eingesetzt werden, etwa zur Visualisierung nicht direkt beobachtbarer Prozesse oder zur Unterstützung der Dokumentation. Gleichwohl bleibt das reale Experiment als unmittelbare Erfahrung unersetzlich (Murmann et al., 2007).

Zusammenfassend zeichnet sich guter naturwissenschaftlicher Sachunterricht in der Grundschule durch Phänomenorientierung, altersangemessenes Experimentieren, konzeptuelles Lernen, Sprachsensibilität und reflektierte Medienintegration aus.

**Abbildung 9: Guter naturwissenschaftlicher Sachunterricht in der Grundschule**

|  <b>Qualitätsmerkmale des Sachunterrichts</b>                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Orientierung an Phänomenen</b>                                                                                                                                                                                                                   | <b>Entwicklung von Konzepten</b>                                                                                                                                                                                                                | <b>Methodische Kompetenzen</b>                                                                                                    | <b>Experimentieren</b>                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Einbezug von digitalen Medien</b>                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unmittelbare Erfahrung von Naturerscheinungen (Licht, Schatten, Schall, Magnetismus etc.)</li> <li>• Entwicklung eigener Fragestellungen</li> <li>• Didaktisches Prinzip der Anschlussfähigkeit</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgreifen vorwissenschaftlicher Alltagsvorstellungen</li> <li>• Aufdecken von Begrenzungen dieser Vorstellungen</li> <li>• Transformation zu tragfähigen naturwissenschaftlichen Konzepten</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichen</li> <li>• Messen</li> <li>• Beobachten</li> <li>• Klassifizieren</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrale Methoden des naturwissenschaftlichen Lernens</li> <li>• Hypothesen formulieren</li> <li>• Einfache Versuche planen</li> <li>• Beobachtungen dokumentieren</li> <li>• Ergebnisse diskutieren</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzende Funktion</li> <li>• Visualisierung nicht direkt beobachtbarer Prozesse</li> </ul> |

Quelle: eigene Darstellung

## Mathematikunterricht

Ein zentrales Qualitätsmerkmal des Mathematikunterrichts in der Primarstufe ist der Aufbau von Grundvorstellungen zum Zahlbegriff und zum Stellenwertsystem. Grundschul Kinder müssen verstehen, dass Zahlen Mengen repräsentieren, unterschiedliche Darstellungsformen besitzen und in Beziehung zueinander stehen. Operationen wie Addition oder Multiplikation sollen nicht nur als Rechenregeln erlernt, sondern auch in ihrer Bedeutung verstanden werden (Padberg & Wartha, 2017). Forschungsarbeiten zeigen, dass Defizite in diesen Bereichen zu langfristigen Lernschwierigkeiten führen.

### Lernen durch Aktivitäten

Darüber hinaus spielt das aktive Lernen eine zentrale Rolle. Kinder erwerben mathematisches Verständnis nicht primär durch abstrakte Instruktion, sondern durch Aktivitäten wie Zählen, Legen, Messen, Sortieren oder Visualisieren. Konkrete Materialien – etwa Würfel, Rechenrahmen oder Zahlengeraden – unterstützen den Übergang vom anschaulichen Handeln zum abstrakten Denken (Steinweg & Treiber, 2024).

### Sprache und Denken

Auch im mathematischen Lernen ist die sprachliche Dimension von besonderer Bedeutung. Schwierigkeiten entstehen oft weniger durch Rechenoperationen als durch mangelndes Sprachverständnis. Ein sprachsensibler Mathematikunterricht baut Fachbegriffe systematisch auf und unterstützt Kinder beim Beschreiben eigener Denkwege (Prediger & Hardy, 2023). Dadurch wird das gemeinsame Sprechen über Mathematik als zentrales Lernmedium etabliert.

### Digitale Medien unterstützen

Auch digitale Medien können bereits in der Grundschule sinnvoll eingesetzt werden, etwa zur Visualisierung von Zahlbeziehungen oder für adaptive Übungsprogramme (Walter & Dixel, 2020).

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Guter Mathematikunterricht in der Grundschule ist gekennzeichnet durch tragfähige Zahlvorstellungen, handlungsorientiertes Lernen, Sprachsensibilität, Mustersensibilität und individuelle Förderung. Er schafft die Grundlage dafür, dass Kinder Mathematik nicht als bloßes Rechnen, sondern als sinnvolles Werkzeug zur Erschließung ihrer Welt erleben.

Abbildung 10: Guter Mathematikunterricht in der Grundschule

|  Qualitätsmerkmale des Mathematikunterrichts in der Primarstufe                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zahlenvorstellungen und Stellenwertsystem</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zahlen repräsentieren Mengen</li><li>• Unterschiedliche Darstellungsformen von Zahlen</li><li>• Bedeutung von Operationen wie Addition oder Multiplikation verstehen</li></ul> | <b>Sprachsensibler Mathematikunterricht</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Systematischer Aufbau mathematischer Fachbegriffe</li><li>• Unterstützung beim Beschreiben eigener Denkwege</li></ul> | <b>Handlungsorientiertes Lernen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aktives Lernen als zentrales Prinzip (Zählen, Legen, Messen, Sortieren)</li><li>• Übergang vom konkreten Handeln zum abstrakten Denken</li><li>• Einsatz von Materialien (z. B. Würfel, Rechenrahmen, Zahlengerade)</li></ul> | <b>Einbezug von digitalen Medien</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Visualisierung von Zahlbeziehungen</li><li>• Adaptive digitale Übungsprogramme</li></ul> |

Quelle: eigene Darstellung

### 3.2. Konkrete Handlungsempfehlungen für die Primarstufe

#### Empfehlung 1: Sprachverständnis- und Verstehensorientierung stärken

Da sich sprachsensibles Arbeiten (Prediger & Hardy, 2023) und der systematische Aufbau fachlicher Konzepte (Padberg & Wartha, 2017) als wichtige Bausteine für eine erfolgreiche MINT-Bildung erwiesen haben, sollten *Lernumgebungen sprachsensibel gestaltet werden*:

- sprachliche Dimension im Mathematikunterricht betonen, indem Fachbegriffe schrittweise eingeführt, aufgebaut und mit alltagsnaher Sprache verknüpft werden
- Leseflüssigkeit gezielt fördern, um sinnentnehmendes Lesen von Sachtexten im Mathematikunterricht zu ermöglichen
- gemeinsames Sprechen über mathematische und naturwissenschaftliche Denkwege als zentrales Lernmedium etablieren

#### Umsetzungsbeispiel 1: Projekt PIKAS „Sprachförderung im Mathematikunterricht“

Das Buch „Sprachförderung im Mathematikunterricht“ von Daniela Götze (2015) bietet zahlreiche Anregungen für einen sprachsensiblen Mathematikunterricht. Basis ist das Projekt PIKAS des Deutschen Zentrums für Lehrkräftebildung Mathematik, das vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik koordiniert wird.

Anhand zahlreicher Unterrichtsdokumente und -materialien wird illustriert, wie der tägliche Mathematikunterricht sprachbewusst gestaltet werden kann. Dabei arbeitet die Autorin die wichtigen Prinzipien eines sprachsensiblen Mathematikunterrichts heraus. Diese sind:

##### 1. Sprache als integraler Bestandteil des Fachlernens

Sprache wird nicht isoliert, sondern in enger Verbindung mit mathematischen Inhalten gefördert. Mathematische Aktivitäten wie Beschreiben („Was fällt Dir auf?“), Begründen („Warum ist das so?“), Modellieren und Argumentieren („Stimmt die Aussage?“) werden als Sprachhandlungen verstanden.

## **2. Bewusster Umgang mit Sprachregistern**

Lehrkräfte unterscheiden zwischen Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache. Kinder werden gezielt beim Übergang von der kontextgebundenen Alltagssprache zur präzisen Fachsprache unterstützt.

## **3. Sprachförderung als kontinuierlicher, prozessbegleitender Bestandteil**

Sprachförderung ist kein Zusatz, sondern Bestandteil jedes Unterrichtsschritts. Sie erfolgt systematisch durch sprachliche Gerüste (Scaffolds) wie Satzstarter, Wortspeicher oder Visualisierungen.

## **4. Aktivierung produktiver Sprachhandlungen**

Lernende werden regelmäßig zum Sprechen, Schreiben und Begründen angeregt. Gespräche über Strategien und Fehler werden gezielt genutzt, um mathematisches Denken sprachlich zu vermitteln.

## **5. Lehrkraft als sprachliches Vorbild**

Lehrkräfte modellieren korrektes mathematisches Sprechen, führen Fachbegriffe kontextbezogen ein und helfen, diese mit Handlungen und Visualisierungen zu verknüpfen.

## **6. Aufbau einer gemeinsamen Sprachbasis**

Ziel ist der Aufbau einer für alle verständlichen mathematischen Sprache, die Kommunikation, Kooperation und Verständnis ermöglicht. Sprache fungiert als Brücke zwischen individuellem Denken und gemeinsamer Erkenntnis.

Quelle: <https://pikas.dzlm.de/selbststudium/sprachbildung/sprachf%C3%B6rderbuch>

## **Umsetzungsbeispiel 2:**

### **Lesebänder zur Förderung des flüssigen Lesens in der Bildungssprache**

Initiiert von Steffen Gailberger, Professor für Literatur- und Mediendidaktik an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, und unterstützt durch einen Verbund von sechs Stiftungen, ist das Leseband mittlerweile mehr als nur ein reines Förderkonzept. Es wird zusätzlich zum regulären Deutschunterricht eingeführt und mit Hilfe bewährter Lesefördermethoden gestaltet. Dadurch sollen die Leseflüssigkeit der Lernenden verbessert, ihre Lesefreude geweckt und langfristig ihre Lesekompetenz gesteigert werden. Eigenschaften des Lesebands sind:

- Tägliche Lesezeit: 20 – 25 Minuten verbindliches Lesen zusätzlich zum Deutschunterricht
- Beteiligung aller Fächer: Leseförderung als gemeinsame Aufgabe aller Unterrichtsfächer
- Einheitlicher Rahmen: Integration in den Schulalltag mit festgelegten Zeiten
- Bewährte Methoden: Lesen in Lautlesetandems, mit Hörbüchern, im Vorlesetheater und anderen praxiserprobten Verfahren

Quelle: [www.das-leseband.de](http://www.das-leseband.de)

Zur Evaluation der Lesebänder: Wolters, J. & Pohlmann, B. (2024). BISS-LESETRAINING. Evaluationsergebnisse. Download unter [https://ifbq.hamburg.de/wp-content/uploads/sites/803/2024/04/BiSS-Lesetraining\\_Ergebnisbericht\\_24-04-17.pdf](https://ifbq.hamburg.de/wp-content/uploads/sites/803/2024/04/BiSS-Lesetraining_Ergebnisbericht_24-04-17.pdf)

## Empfehlung 2: Alltagsbezogene Mathematik im Unterricht verankern

Für den Aufbau tragfähiger mathematischer Vorstellungen sind phänomen- und handlungsorientierte Lernprozesse ausschlaggebend (van Uum et al., 2021). Daher sollten *mathematische Lernumgebungen und Lernanlässe anwendungsorientiert* gestaltet werden:

- Mathematik in alltägliche Situationen einbetten, zum Beispiel durch Projekte, in denen die Schülerinnen und Schüler reale Messungen, Schätzungen und Kalkulationen durchführen
- Alltagsgegenstände verwenden und die Umgebung erkunden (zum Beispiel Schulhof, Nachbarschaft), um Formen, Größen und Zahlenbeziehungen zu entdecken
- Mathematikaufgaben so gestalten, dass sie Bedeutung außerhalb der Schule haben und die Schülerinnen und Schüler selbst Fragen und Problemstellungen aus ihrem Alltag einbringen können

### Umsetzungsbeispiel 1:

#### Stiftung Rechnen – Projekt Mathe.Forscher

Das Programm Mathe.Forscher, initiiert von der Stiftung Rechnen, möchte Schülerinnen und Schülern einen neuen, motivierenden Zugang zur Mathematik ermöglichen. Statt Mathematik nur abstrakt zu unterrichten, erkunden die Teilnehmenden selbst forschend und kontextbezogen mathematische Phänomene in ihrer Lebenswelt. Im Unterricht entwickeln sie eigene Fragestellungen („Forscherfragen“), recherchieren, experimentieren, diskutieren und dokumentieren ihre Ergebnisse — die Lehrkräfte übernehmen dabei die Rolle als Lernbegleiterinnen und Lernbegleiter. Das Programm verfolgt als zentrales Prinzip: Alltagsorientierung — Mathematik wird als etwas dargestellt, das überall zu finden ist (zum Beispiel in Sport, Kunst, Musik oder Architektur).

- Unterricht öffnen: Lernen sollte häufiger fächerübergreifend, in Projekten und aktiv stattfinden. Schülerinnen und Schüler übernehmen dabei mehr Verantwortung für ihr eigenes Lernen
- Lehrkräfte unterstützen: Netzwerktreffen, Fortbildungen, wissenschaftliche Begleitung und Fördermittel helfen Lehrkräften, den Unterricht weiterzuentwickeln
- Gute Beispiele nutzen: Best-Practice-Beispiele aus dem Programm Mathe.Forscher 4.0 sowie weitere Materialien und Aktivitäten finden sich in der Mathe.Forscher-Webapp.

#### Beispiel: Mathematik im Schulgebäude

- Forschungsfrage: Wo steckt überall Mathematik in unserer Schule?
- Aktivität: Schülerinnen und Schüler vermessen Flächen, zählen Treppenstufen oder analysieren geometrische Formen in Fenstern und Bodenmustern.
- Lernziele: Geometrie, Maßverständnis, Raumorientierung, Anwendung von Messverfahren.
- Sprachsensibilität: Beschreiben und Begründen der Messstrategien („Ich habe gemessen, weil...“).

#### Beispiel: Mathematik in Bewegung

- Forschungsfrage: Wie kann man Geschwindigkeit und Weg beim Rennen oder Fahrradfahren mathematisch beschreiben?
- Aktivität: Experimente mit Stoppuhr und Maßband, Erstellen von Diagrammen, Berechnung von Durchschnittsgeschwindigkeiten.
- Lernziele: Funktionales Denken, Datenanalyse, Interpretation von Graphen.
- Sprachsensibilität: Sprechen über Veränderungen („Je länger..., desto schneller...“).

Quelle: [www.matheforscher.de/index.php/dabei-sein](http://www.matheforscher.de/index.php/dabei-sein)

### Umsetzungsbeispiel 2:

#### Mathe im Leben gemeinnützige GmbH c/o Freie Universität Berlin, AG Ziegler Rechnen – Mathe im Advent

„Mathe im Advent“ ist ein Adventskalender für die Klassenstufen 2 bis 10. Vom 1. Dezember bis Weihnachten gibt es für zwei Altersstufen täglich eine mathematische Aufgabengeschichte rund um ein Weihnachtswichteldorf. Die Aufgaben bieten spannende alltagsnahe Einblicke in die Mathematik sowie in angrenzende Disziplinen. Gespielt werden kann einzeln oder als Klasse – das heißt, individuell gegeneinander oder gemeinsam gegen andere Klassen derselben Jahrgangsstufe. Die Lehrkraft kann den Spielprozess unterschiedlich intensiv begleiten.

Das Programm „Mathe im Advent“ ist ein Schulprojekt der Mathe im Leben gGmbH in Kooperation mit der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (DMV).

Quelle: [www.mathe-im-advent.de](http://www.mathe-im-advent.de)

### Empfehlung 3: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen systematisch weiterentwickeln

Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule erfordert kontinuierliche Lerngelegenheiten, die an Vorwissen anknüpfen und dieses fortführen (Vosniadou, 2013). Daher sollten naturwissenschaftliche Lernprozesse phänomenbasiert und kognitiv aktivierend gestaltet werden:

- Phänomene aus der kindlichen Lebenswelt (zum Beispiel Wasser, Schatten, Naturbeobachtungen) einsetzen, um die Kinder kognitiv zu aktivieren
- an Grand Challenges aus der Realität anknüpfen (zum Beispiel Klimawandel, Abnahme der Biodiversität)

### Umsetzungsbeispiel:

#### Stiftung Kinder forschen – Materialpakete für Mathematik und Sachunterricht in der Grundschule

Die Stiftung bietet vielfältige Materialien für den Grundschulunterricht, zum Beispiel: #

- Reparieren – Umgang mit Ressourcen
- Herzklopfen – Das Herz im Körper
- Lichtbilder – Licht und Schatten
- Süß & lecker – Gesunde Ernährung
- Energie wird übertragen – Wirkung von Energie entdecken
- Rechter Winkel – Geometrie zum Anfassen

Die Materialpakete sind wissenschaftlich fundiert und orientieren sich eng an der Erlebenswelt der Kinder. Qualität und Wirkung der Bildungsangebote werden regelmäßig durch Evaluationen überprüft und durch den fachlichen Austausch mit Expertinnen und Experten sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern weiterentwickelt.

Quelle: [www.stiftung-kinder-forschen.de/praxisanregungen/ideen-fuer-grundschulkindergarten/arbeitsblaetter-und-lernmaterialien/lehrkraftpaket/](http://www.stiftung-kinder-forschen.de/praxisanregungen/ideen-fuer-grundschulkindergarten/arbeitsblaetter-und-lernmaterialien/lehrkraftpaket/)

Zur Evaluation der Materialpakete: <https://www.stiftung-kinder-forschen.de/ansatz-wirkung/wissenschaftliche-begleitung/publikationen/#c1013>

#### Empfehlung 4: Digitale Medien reflektiert und zielgerichtet einsetzen

Studien zeigen, dass digitale Medien den Mathematikunterricht sinnvoll ergänzen können (Walter & Dexel, 2020), daher sind *zielgerichtete mediengestützte Lernsettings* zu empfehlen:

- Digitale Tools im Mathematik- und Sachunterricht so integrieren, dass sie Visualisierung, Dokumentation und adaptives Üben unterstützen
- Lehrkräfte in ihrer Medienkompetenz stärken (Fortbildungen, Leitfäden), damit der Einsatz von digitalen Medien pädagogisch sinnvoll und didaktisch integriert ist
- Empirisch bewährte Anwendungen auswählen, um die Wirksamkeit digitaler Lernprozesse sicherzustellen

##### Umsetzungsbeispiel:

##### PIKAS digi – Digitale Medien im Mathematikunterricht

PIKAS digi bietet ein umfangreiches Fortbildungsmodul und Materialien des Deutschen Zentrums für Lehrkräftebildung Mathematik (DZLM), zum Beispiel Lernvideos, digitale Pinnwände, verschiedene Apps und Unterrichtssoftware.

Quelle: <https://pikas-digi.dzlm.de/>

## 4. UNTERRICHTSQUALITÄT IN DER SEKUNDARSTUFE WEITERENTWICKELN

In diesem Kapitel wird nicht zwischen Sekundarstufe I und II unterschieden, außer wenn eindeutig auf eine konkrete Stufe Bezug genommen wird. Dies liegt darin begründet, dass zum einen empirische Daten stufenübergreifend erhoben wurden oder die Datenlage für die Sekundarstufe II sehr begrenzt ist und daher keine verlässlichen Aussagen möglich sind. Zum anderen ist davon auszugehen, dass die identifizierten Qualitätsmerkmale im MINT-Unterricht häufig für beide Sekundarstufen gelten.

Ab der Sekundarstufe I gliedern sich die Naturwissenschaften in die Fächer Biologie, Chemie und Physik auf, der Informatikunterricht setzt ein. Die aktuelle Befundlage zeigt, dass große Teile der Jugendlichen die MINT-Bildungsziele verfehlen (IQB-Bildungstrend 2024); im Fach Mathematik zum Beispiel rund 34 Prozent der 15-Jährigen. Eine Ursache dafür ist, dass leistungsschwache Kinder bereits mit erheblichen Kompetenzrückständen die Grundschule verlassen. Zu Beginn der Sekundarstufe I ist es daher zentral, Basiskompetenzen in Deutsch (Lese- und Schreibflüssigkeit) und in Mathematik (Rechenoperationen und Zahlenverständnis) zu sichern.

Aber auch im Spitzenbereich, in dem beispielsweise in der Mathematik komplexe Modellierungsaufgaben erfolgreich gelöst werden und Jugendliche in der Lage sind, das eigene Vorgehen elaboriert zu kommunizieren und zu begründen, werden die Ziele verfehlt. Die Leistungen in den PISA-Tests am Gymnasium sind seit 2009 dramatisch gesunken. Die Fokussierung auf innermathematische Routinen (zum Beispiel das repetitive Lösen linearer Gleichungen), die kaum Bezug zur Realität haben, prägt den Mathematikunterricht. Auch die didaktisch treffsichere Nutzung digitaler Medien und die kluge Verzahnung von schulischen und außerschulischen MINT-Angeboten sind noch nicht ausreichend umgesetzt worden. Schließlich bleibt unklar, welche Qualität des Informatikunterrichts in der Sekundarstufe bislang erreicht wurde. Zu befürchten ist, dass aufgrund des Lehrkräftemangels sehr viel fachfremd unterrichtet wird.

## 4.1. So gelingt guter MINT-Unterricht in der Sekundarstufe

In der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung gilt forschend-entdeckendes Lernen (Inquiry-based Learning) als zentral für den Kompetenzaufbau. Dabei reicht das Spektrum von offenen Formaten (Open Inquiry) bis hin zu stärker angeleiteten Ansätzen (Guided Inquiry). Besonders wirksam sind Mischformen, die eigenständiges Forschen mit gezielter Instruktion verbinden. Studien zeigen, dass diese Lernformen Kompetenzen nachhaltiger fördern als reine Instruktion oder vollständig offene Zugänge (SWK, 2025). Allerdings hängt ihre Wirksamkeit von den Voraussetzungen der Lernenden ab. Fehlen grundlegende Kenntnisse oder Methodenkompetenzen, stößt das entdeckende Lernen an seine Grenzen. In solchen Fällen ist strukturierende Unterstützung notwendig, insbesondere für Schülerinnen und Schüler mit ungünstigeren Ausgangsbedingungen oder sonderpädagogischem Förderbedarf. Eine gezielte Kombination aus kognitiver Aktivierung, Anleitung und praktischen Lerngelegenheiten ermöglicht es, auch in heterogenen Lerngruppen systematisch Kompetenzen aufzubauen.

Digitale Medien können den naturwissenschaftlichen Unterricht vielfältig bereichern: Sie ermöglichen die Visualisierung komplexer Prozesse, Simulationen, virtuelle Experimente und adaptives Lernen. Studien belegen positive Effekte auf die Motivation und den Lernerfolg, wenn digitale Werkzeuge didaktisch sinnvoll integriert werden (Hillmayr et al., 2020). Entscheidend sind daher eine gezielte Auswahl von Tools, die klar auf die Bedarfe und Kompetenzziele ausgerichtet sind, sowie die begleitende Förderung digitaler Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler.

### Informatikunterricht

Guter Informatikunterricht in der Sekundarstufe folgt ganz ähnlichen Prinzipien wie der Naturwissenschaftsunterricht. Er zeichnet sich durch Alltagsnähe, Verständlichkeit und die aktive Beteiligung der Lernenden aus. Zentrale Inhalte wie Algorithmen, Daten, digitale Systeme und Programmierung werden nicht isoliert vermittelt, sondern an lebensnahen Fragestellungen aufgegriffen – etwa anhand von Apps, Spielen oder digitalen Medien, die den Schülerinnen und Schülern vertraut sind. Dadurch wird deutlich, dass Informatik kein abstraktes Fach ist, sondern ihren Alltag maßgeblich prägt.

Ein weiterer Qualitätsfaktor ist die angemessene Reduktion der Komplexität. Gute Lehrkräfte wählen altersgerechte Werkzeuge und Programmiersprachen, zum Beispiel visuelle Programmierumgebungen. Wesentlich ist außerdem ein handlungsorientierter Unterricht. Schülerinnen und Schüler lernen Informatik vor allem durch eigenes Ausprobieren, Experimentieren und Problemlösen. Projektarbeit, kooperative Lernformen und kreative Aufgaben stärken nicht nur fachliche Kompetenzen, sondern auch Teamfähigkeit und Durchhaltevermögen.

Schließlich gehört zu gutem Informatikunterricht auch die Reflexion gesellschaftlicher Aspekte. Themen wie Datenschutz, Künstliche Intelligenz oder Medienkompetenz helfen den Lernenden, digitale Technologien kritisch zu hinterfragen und verantwortungsvoll zu nutzen.

### Mathematikunterricht

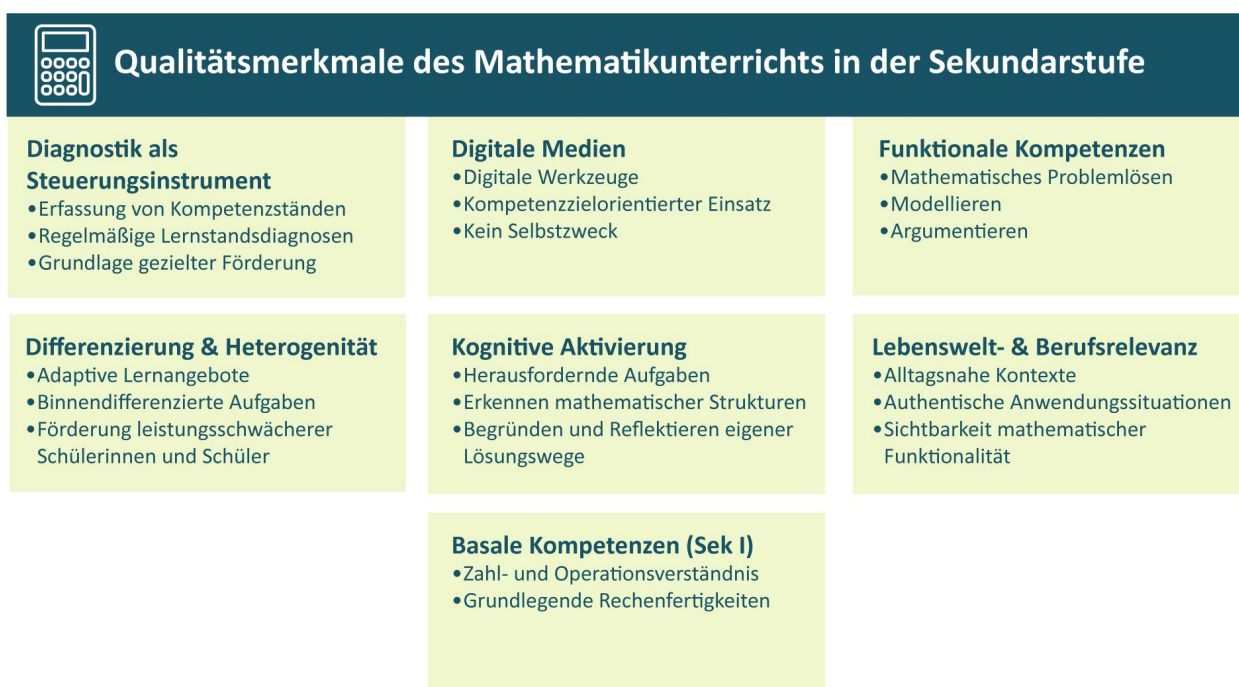
Im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I ist es zentral, dass er sowohl basale Kompetenzen sichert – etwa das Zahl- und Operationsverständnis sowie grundlegende Rechenfertigkeiten – als auch funktionale Kompetenzen fördert, das heißt das mathematische Problemlösen, Modellieren und Argumentieren. Ein zentrales Qualitätsmerkmal ist die kognitive Aktivierung. Lernende sollen dazu angeregt werden, über Routinen hinaus mathematische Strukturen zu erkennen, Lösungswege zu begründen und eigene Strategien zu entwickeln und zu reflektieren. Dies entspricht dem PISA-Framework und auch dem Kompetenzmodell der KMK-Bildungsstandards, das auf anwendungsbezogene und transferfähige Wissensbestände abzielt. Studien belegen, dass ein Unterricht, der regelmäßig herausfordernde Aufgaben mit hohem kognitivem Anspruch integriert, langfristig zu stabileren Kompetenzgewinnen führt als reine Instruktionsformate (Klieme, 2006).

Darüber hinaus wird die Lebenswelt- und Berufsrelevanz als zentrale Dimension hervorgehoben. Mathematikunterricht, der alltägliche Kontexte integriert, trägt dazu bei, die funktionale Einsetzbarkeit mathematischer Verfahren sichtbar zu machen. Solche Anwendungsbezüge unterstützen nicht nur die Motivation, sondern auch die Nachhaltigkeit und den Transfer des Lernens, indem sie Wissen in authentischen Situationen verankern (Blum, 2015).

Die zunehmende Heterogenität der Lerngruppen erfordert zugleich differenzierende Maßnahmen. Hierzu zählen adaptive Lernangebote, binnendifferenzierte Aufgabenstellungen sowie eine gezielte Unterstützung von Schülerinnen und Schülern im unteren Leistungsbereich. Die fortlaufende Diagnostik von Lernaussgangslagen spielt dabei eine Schlüsselrolle: Nur wenn Kompetenzstände regelmäßig erfasst werden, können Fördermaßnahmen passgenau ausgerichtet werden (SWK, 2025). Ein weiterer Qualitätsfaktor betrifft (wie bereits in der Grundschule) die sprachliche Dimension des Mathematiklernens.

Außerdem gewinnt der Einsatz digitaler Medien an Bedeutung (siehe oben; zur Wirksamkeit s. Hillmayr et al., 2020). Voraussetzung für seinen Erfolg ist jedoch eine didaktisch treffsichere Integration, die an klaren Bedarfen und Kompetenzzielen ausgerichtet ist (SWK, 2022). Zusammenfassend gilt, dass guter Mathematikunterricht in der Sekundarstufe auf kognitiver Aktivierung, Lebens- und Berufsrelevanz, Differenzierung, Sprachsensibilität und einer reflektierten Nutzung digitaler Technologien basiert. Damit schafft er die Grundlage, um die in den Bildungsstandards beschriebenen Kompetenzen systematisch zu entwickeln und Schülerinnen und Schüler auf weiterführendes Lernen, berufliche Anforderungen und gesellschaftliche Teilhabe vorzubereiten.

**Abbildung 12: Wirksamer Mathematikunterricht in der Sekundarstufe**



Quelle: eigene Darstellung

Anmerkung: Das forschend-entdeckende Lernen hat sich im MINT-Unterricht der Oberstufe genauso bewährt wie in der Sekundarstufe I. Für den Mathematikunterricht gilt in der Sekundarstufe II im Wesentlichen dasselbe. Lediglich wird für die Sekundarstufe II das Sichern von basalen Kompetenzen durch das Wiederholen und Sichern des Mittelstufenstoffs ersetzt.

## 4.2. Konkrete Handlungsempfehlungen

### **Empfehlung 1: Die Fähigkeiten, naturwissenschaftliche Fragen zu untersuchen, Ergebnisse zu erklären und kritisch zu bewerten, müssen ausgebaut werden**

Sowohl das PISA-Framework als auch die KMK-Bildungsstandards richten den Blick auf Wissen, das in neuen Situationen angewendet werden kann. Studien zeigen außerdem, dass anspruchsvolle Lernaufgaben langfristig zu stärkeren Kompetenzzuwächsen führen (Klieme, 2006).

Daher sollten im Unterricht der Sekundarstufe *vor allem prozessbezogene Kompetenzen* gestärkt werden:

- aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen (Grand Challenges zum Beispiel Klimawandel, Biodiversität, Energiewende und Pandemien) im Lehrplan und Unterricht stärker berücksichtigen
- forschend-entdeckende Unterrichtsangebote durch projektbasiertes Lernen systematisch ausbauen
- Kompetenzen in der datengestützten Entscheidungsfindung stärken
- digitale Lernumgebungen systematisch zur Modellierung und Simulation von abstrakten Inhalten nutzen
- digitale Lernumgebungen schaffen, die automatisiert Rückmeldung der Arbeitsergebnisse der Schülerinnen und Schüler bereitstellen und Lehrkräfte entlasten
- Schülerergebnisse in digitalen Dashboards aufbereiten (Classroom Analytics)

#### **Umsetzungsbeispiel:**

#### **Kompetenzverbund lernen: digital – Unterrichtskonzepte und Fortbildungsangebote Sachunterricht, Physik, Biologie und Chemie**

Der Kompetenzverbund lernen: digital gestaltet den Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis für die digitale Transformation von Schule und Lehrkräftebildung. Vier Kompetenzzentren bündeln in den Bereichen MINT, Sprachen/Gesellschaft/Wirtschaft, Musik/Kunst/Sport und Schulentwicklung die Expertise aus rund 200 länderübergreifenden Forschungs- und Entwicklungsprojekten. In den Projekten entstehen evidenzbasierte Fort- und Weiterbildungen, Materialien sowie Konzepte für die Schul- und Unterrichtsentwicklung in einer Kultur der Digitalität. Unterrichtseinheiten für alle Jahrgangsstufen zum digital unterstützten, forschenden Lernen sind zum Beispiel

- Erneuerbare Energien mit dem Schwerpunkt „Windkraftenergie“ digital gestützt erarbeiten, dokumentieren und präsentieren
- Eigenschaften von Salzen mit digitalen Medien forschend entdecken
- Digitalgestützt und problembasiert Farbigkeit verstehen und kommunizieren – Organische Moleküle und Molekülstruktur interaktiv erkunden

Quelle: [https://lernen.digital/wp-content/uploads/2025/02/Broschuere\\_MINT\\_Ch\\_Phy\\_Bio\\_Sach\\_digital.pdf](https://lernen.digital/wp-content/uploads/2025/02/Broschuere_MINT_Ch_Phy_Bio_Sach_digital.pdf)

### **Empfehlung 2: Die Stärkung der Datenkompetenz (Data Literacy) muss als Aufgabe aller MINT-Fächer begriffen werden**

Mit zunehmender Digitalisierung werden datengestützte Entscheidungen in unserer Gesellschaft immer wichtiger. Aus diesem Grund sollte die datenbasierte Grundbildung in alle MINT-Lernprozesse umfassend integriert werden:

- interdisziplinäre Projekte zur Datengewinnung, Datenaufbereitung, Datenauswertung und Dateninterpretation durchführen

- Umgang mit Datensicherheit stärken, vor allem unter stärkerer Berücksichtigung statistischer Kompetenzen

#### Umsetzungsbeispiel:

#### Datenwerkstatt für Schulen – Material für Lehrkräfte zu den Themen Data Literacy und Statistical Literacy

Das Statistische Amt des Kantons Zürich bietet Lehrkräften einen Einstieg in das Thema Daten. Neben Erklärvideos werden auch konkrete Übungen sowie Lesetipps angeboten.

Quelle: [www.zh.ch/de/politik-staat/statistik-daten/datenkompetenz/data-und-statistical-literacy.html](http://www.zh.ch/de/politik-staat/statistik-daten/datenkompetenz/data-und-statistical-literacy.html)

### Empfehlung 3: Informatikunterricht stärker an den Ergebnissen der Unterrichtsforschung in den Naturwissenschaften ausrichten

Studien belegen, dass Schülerinnen und Schüler besser und nachhaltiger lernen, wenn Inhalte an realen Alltagssituationen anknüpfen (Sentance et al., 2023). Deshalb sollten *informatische Lernarrangements und Unterrichtsformate kontext- und problemorientiert* gestaltet werden:

- vermehrt kontextbezogen unterrichten, also abstrakte Probleme mit realen Szenarien verknüpfen
- vermehrt kollaborative, projektbezogene Probleme in den Unterricht integrieren
- die Bedeutung der Informatik für die Lösung großer gesellschaftlicher Probleme betonen

#### Umsetzungsbeispiel:

#### SCHULINFORMATIK SH – Unterrichtsmaterialien für den Informatikunterricht

Das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik stellt kontextbezogene Unterrichtseinheiten für den Informatikunterricht in der Sekundarstufe I zur Verfügung. Die Einheiten haben Projektcharakter und greifen alltagsnahe Fragestellungen der Informatik auf.

Quelle: [www.leibniz-ipn.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-informatik/unterrichtsmaterialien](http://www.leibniz-ipn.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-informatik/unterrichtsmaterialien)

## 5. VERZAHNUNG VON UNTERRICHT UND AUßERSCHULISCHEN ANGEBOTEN FÖRDERN

Außerschulische Lernorte beziehungsweise Enrichment-Programme im MINT-Bereich wie Clubs, Ferienprogramme, Wettbewerbe, Forschungsprojekte, Maker-Formate, Schülerlabore, Science Center, Museen, Universitäten oder Umweltstationen, aber auch digitale oder hybride Formate wie digitale Plattformen und virtuelle Programme, haben sich als wichtige Ergänzung zum schulischen MINT-Unterricht erwiesen. In allen Jahrgangsstufen eröffnen sie Lerngelegenheiten, die über die institutionellen Möglichkeiten der Schule hinausgehen, und schaffen so eine erweiterte Lernumgebung, in der fachliches Wissen, naturwissenschaftlich-technische Denk- und Arbeitsweisen und motivational-affektive Dimensionen gleichermaßen adressiert werden. Sie richten sich an Kinder und Jugendliche verschiedenen Alters und können dabei sehr unterschiedlich organisiert sein: zum Beispiel als außerschulische Zusatzangebote, in Kooperation mit externen Partnern oder eng verzahnt mit schulischem Unterricht.

Bereits im Kindergarten- und Vorschulalter schafft MINT-Enrichment eine didaktisch strukturierte, zugleich explorativ-offene Lernumgebung, die die Ausbildung kognitiver, metakognitiver und epistemischer Kompetenzen anbahnt und damit den Grundstein für spätere naturwissenschaftlich-technische Lernprozesse legt. Im Primarbereich sind derartige Programme stärker systematisiert, greifen auf die schulischen Basiskompetenzen Lesen, Schreiben, Rechnen zurück und eröffnen Kindern den Zugang zu systematischem Beobachten, Experimentieren, Argumentieren, Diskutieren und kritischem Denken. MINT-Enrichment-Programme in den Sekundarstufen I und II zielen auf die Erweiterung und Vertiefung fachlicher MINT-Kenntnisse ab, insbesondere durch forschungsbezogene sowie praxis- und anwendungsorientierte Lerngelegenheiten.

Hervorzuheben ist, dass außerschulische Lernorte ihre Potenziale vor allem dann entfalten, wenn sie didaktisch reflektiert in den schulischen Kontext eingebettet werden. Ohne Vor- und Nachbereitung besteht die Gefahr, dass Lernerfahrungen lediglich situativen Charakter haben, ohne nachhaltige Lernwirkungen herbeizuführen. Eine enge Kooperation zwischen Schule und außerschulischen Einrichtungen ist daher häufig Voraussetzung für erfolgreiche Lernprozesse.

## **5.1. So gelingt guter MINT-Unterricht unter Einbezug von außerschulischen Angeboten**

### **Authentisches Lernen**

Zentrales Qualitätsmerkmal außerschulischer Lernorte, von dem auch der schulische MINT-Unterricht rege Gebrauch machen sollte, ist ihre Authentizität. Kinder und Jugendliche erhalten Zugang zu aktuellen realen Phänomenen, Objekten und Experimenten, die im schulischen Unterricht häufig aus organisatorischen oder sicherheitstechnischen Gründen nicht in gleicher Weise durchgeführt werden können.

### **Den Forschergeist wecken**

Forschend-entdeckendes Lernen ist ein zentrales Prinzip von MINT-Enrichment-Programmen: Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, sich komplexe naturwissenschaftlich-technische Phänomene, die idealerweise mehrere MINT-Disziplinen integrieren, selbstständig zu erschließen und in realitätsnahen Kontexten zu erproben (Al-Thani et al., 2025; Hussim et al., 2024; Santhosh et al., 2023). Damit werden Lerngelegenheiten eröffnet, die sowohl konzeptuelles Wissen vertiefen als auch Einsichten in die gesellschaftliche Relevanz naturwissenschaftlicher und technischer Fragestellungen vermitteln.

### **Lernen durch Aktivitäten**

Darüber hinaus zeichnen sich außerschulische Lernorte durch einen hohen Grad an Handlungsorientierung aus, die Selbstständigkeit, Problemlöse- und Innovationsfähigkeit sowie kooperative und kommunikative Fähigkeiten unterstützt (Lynch et al., 2023). Lernende Kinder und Jugendliche planen Experimente, bedienen technische Geräte oder entwickeln eigene Problemlösungen. Solche Lernarrangements entsprechen zentralen Prinzipien der naturwissenschaftlichen Kompetenzmodelle, in denen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung als Kernbereiche hervorgehoben werden (SWK, 2025).

### **Motivation durch eigenes Handeln**

Empirische Studien belegen zudem die motivationale Bedeutung außerschulischer Lernangebote. Wenn eine Schülergruppe beispielsweise gemeinsam ein Windrad baut und anschließend ihre Ergebnisse präsentiert, trainiert sie sowohl die Zusammenarbeit als auch das Präsentieren technischer Inhalte. Gleichzeitig nehmen sich die Kinder und Jugendlichen als höchst selbstwirksam wahr, da sie eigene Lösungen entwickeln und umsetzen können – ein wichtiger Faktor für das Vertrauen in die eigenen MINT-Fähigkeiten. Derartige positive motivationale Orientierungen, die auch mit dem Besuch von Science Centern oder Schülerlaboren verbunden sind, wirken sich nachhaltig auf die Einstellung zu MINT-Fächern aus und können die positive Entwicklung von MINT-Interessen fördern, vor allem bei vormals wenig interessierten Kindern und Jugendlichen (Neher-Asylbekov & Wagner, 2023).

### **Gezielte Förderung nach Leistungsniveau**

Außerschulische Lernorte ermöglichen differenzierte Zugänge: Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler können durch anspruchsvolle Problemstellungen herausgefordert werden, während schwächere Lernende durch anschauliche Experimente Zugänge zur Fachlichkeit erhalten. Für Enrichment-Programme, deren Zielgruppen hochbegabte Schülerinnen und Schüler sind, lassen empirische Befunde eine positive sozial-emotionale Entwicklung vermuten (Kim, 2016; Lauer et al., 2006). Die größte Effektstärke beobachten Lauer et al. (2006) bei Sommer-Internatsprogrammen hinsichtlich akademischer Leistungen und bei einer Kombination aus Sommer- und akademischem Programm hinsichtlich der sozioemotionalen Entwicklung. Ein wesentlicher Mechanismus besteht darin, dass hochbegabte Lernende in Enrichment-Settings auf intellektuell ähnlich leistungsfähige Peers treffen und dadurch ein Gefühl von Zugehörigkeit und Anerkennung erleben. Dies wirkt sich positiv auf das emotionale Wohlbefinden sowie die intrinsische Lernmotivation aus.

### **Stereotype aufbrechen dank Role Models**

Auch die gezielte Ansprache von Mädchen oder Kindern mit Migrationshintergrund ist möglich, etwa durch lebensweltliche Kontexte oder Role Models im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. Durch kreative und spielerische Formate, wie etwa das Programmieren von Robotern in einem Makerspace oder die Gestaltung eigener Apps in einem Coding-Workshop, wird ein niedrigschwelliger Zugang zu MINT ermöglicht. Besonders Mädchen oder bislang weniger interessierte Schülergruppen profitieren davon, wenn sie auf Vorbilder aus der Wissenschaft oder Technik treffen und erkennen, dass auch sie in diesen Bereichen erfolgreich sein können. So können nach wie vor stereotype Rollenbilder aufgebrochen und Hemmschwellen abgebaut werden.

### **Barrieren abbauen und Potentiale wecken**

Bezogen auf benachteiligte Gruppen, insbesondere bildungs- oder sozial benachteiligte Kinder und Jugendliche, ist ein grundlegendes Problem, dass „besonders förderbedürftige Schülerinnen und Schüler mit niedriger Studienintention und niedrigen akademischen Leistungen deutlich seltener am Programm teilnehmen“ (Pietrzyk & Helbig, 2023, S. 95). Ziel für benachteiligte Gruppen sollte es deshalb sein, Teilnahmebarrieren abzubauen und besonders Kinder und Jugendliche aus bildungsfernen Haushalten durch alltagsnahe Fragestellungen stärker für MINT zu gewinnen. Zudem sollte der Ressourcen-Aufwand minimal sein und zusätzlich – auch finanziell – unterstützt werden. Ebenso sollte eine enge Begleitung gewährleistet werden. Gefolgert werden kann, dass eine passgenaue Differenzierung nach Interessen, Stärken und Lernbedürfnissen entscheidend für nachhaltige Effekte außerschulischer MINT-Programme ist (Renzulli, 2012). Programme, die ein hohes Maß an Individualisierung bieten, erzielen in der Regel größere kognitive und motivationale Gewinne als standardisierte Formate.

Zusammenfassend lassen sich folgende Merkmale wirksamer außerschulischer MINT-Programme festhalten: realitätsnahe Fragestellungen und Integration verschiedener MINT-Disziplinen, praxisorientiertes, forschungsbasiertes und projektbasiertes Lernen, Balance zwischen kognitiver Herausforderung und sozial-emotionaler Unterstützung (zum Beispiel durch kooperatives Lernen in Lerngemeinschaften und Peer- oder Experten-Mentoring) und Nutzung von Technologie. Darüber hinaus sind die Dauer und Intensität der Förderung wesentliche Wirkfaktoren: Kürzere, intensivere Programme (zum Beispiel projektbasiertes Lernen innerhalb einer Woche) können unmittelbar größere Erfolge erzielen (Santhosh et al., 2023), jedoch zeigen insbesondere langfristige Programme mit kontinuierlicher Betreuung stabilere Effekte auf die fachliche Leistung und das Selbstkonzept (Subotnik et al., 2011).

## 5.2. Konkrete Handlungsempfehlungen für außerschulische MINT-Angebote

### Empfehlung 1: Passgenaue Programme entwickeln

Außerschulische MINT-Programme wirken vor allem dann langfristig, wenn sie gezielt an individuellen Interessen, Stärken sowie Lernbedarfen und -bedürfnissen ansetzen (Renzulli, 2012). Daher sollten *Lernangebote adaptiv ausgerichtet werden*:

- Individualisierung ermöglichen durch Differenzierung nach Interessen, Stärken sowie Lernbedarfen und -bedürfnissen der Zielgruppe
- realitätsnahe Fragestellungen bearbeiten, explorative MINT-Erfahrungen bieten und verschiedene MINT-Disziplinen integrieren, um intrinsische Motivation und Interesse zu fördern
- sozial-emotionale Unterstützung anbieten, zum Beispiel durch kooperatives Lernen in Lerngemeinschaften und Peer- oder Experten-Mentoring
- kürzere, intensivere Phasen (zum Beispiel projektbasiertes Lernen innerhalb einer Woche) und langfristige Phasen mit kontinuierlicher Betreuung kombinieren
- digitale Medien integrieren, zum Beispiel AR-Lösungen (Augmented Reality), insbesondere, wenn räumliche, abstrakte oder schwer zugängliche Inhalte visualisiert werden sollen

#### Umsetzungsbeispiel:

#### **FIRST Robotics Competition (FRC), FIRST Tech Challenge (FTC), FIRST LEGO League (FLL)**

Die internationale Non-Profit-Organisation FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology) will Kinder und Jugendliche zwischen 6 und 18 Jahren für Technik, Ingenieurwesen und Programmierung begeistern, Teamfähigkeit und Problemlösekompetenz fördern und die MINT-Studien- und Berufswahl unterstützen. In den Programmen FRC, FTC und FLL treffen sich die Teams aus Schulen oder Vereinen regelmäßig nachmittags oder am Wochenende, entwerfen, bauen und programmieren Roboter, lösen Forschungsaufgaben und präsentieren ihre Ergebnisse bei Wettbewerben. Sie werden von ehrenamtlichen Mentorinnen und Mentoren aus der Industrie und der Hochschule begleitet.

Quelle: [www.firstinspires.org](http://www.firstinspires.org)

Zu den jährlichen Wirkungsberichten seit 2005: [www.firstinspires.org/about/annual-report](http://www.firstinspires.org/about/annual-report)

### Empfehlung 2: Lernbegleitung etablieren

Es ist erwiesen, dass individuell zugeschnittene Fördermaßnahmen sowohl kognitive als auch sozio-emotionale Kompetenzen nachhaltig stärken (Lauer et al., 2006; Renzulli, 2012). Daher sollten bedarfsorientierte Lernbegleitungen implementiert werden:

- Mentoring durch erfahrene MINT-Expertinnen und -Experten anbieten, da diese den Lernenden gezielte individuelle Unterstützung anbieten, insbesondere auch bei der Berufsorientierung
- Mentoring und Tutoring durch Peers anbieten, um Erfahrungen und Interessen zu teilen, kooperatives Lernen zu ermöglichen und Gemeinschaft und Zugehörigkeit zu stärken
- Ganzheitliche Lernbegleitung anbieten – insbesondere zur Unterstützung jüngerer Lernender, junger Frauen sowie unterrepräsentierter Minderheiten. Neben leistungsorientierter Förderung sind vor allem Tutoring und familiäre Unterstützung zentrale Bestandteile für eine nachhaltige Wirkung.

#### Umsetzungsbeispiel:

##### Mädchen nachhaltig für MINT begeistern – CyberMentor Plus für Mädchen

Das Verbundvorhaben CyberMentor ist ein Online-Mentoring-Programm für Mädchen im MINT-Bereich, in dem bis zu 800 Schülerinnen der 5. bis 13. Klasse ein Jahr lang von einer persönlichen Mentorin begleitet werden. Die Mentorinnen sind Frauen aus Wirtschaft, Wissenschaft oder dem MINT-Studium, die ihre Erfahrungen und ihr Fachwissen einbringen. Der Austausch zwischen Mentorinnen und ihren Mentees findet in einer geschützten digitalen Umgebung statt. Ergänzend dazu besuchen die Schülerinnen an ihren Schulen die zum Programm *CyberMentor Plus* gehörenden MINT-AGs. Ziel ist es, Synergien zwischen Online-Mentoring und dem AG-Angebot zu schaffen. Dies zeigt sich unter anderem darin, dass besonders engagierte Mentorinnen die AGs – digital oder persönlich – unterstützen und ihr Wissen mit allen Teilnehmerinnen teilen. CyberMentor ist ein Projekt des Lehrstuhls für Schulpädagogik der Universität Regensburg und wird von verschiedenen Ministerien, Verbänden, Stiftungen und Unternehmen gefördert, u. a. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, Heinz Trox-Stiftung, Mercedes-Benz Mobility, Siemens AG, Capgemini, Bose.

Quelle: <https://cybermentor.de/cybermentor-plus/>

### Empfehlung 3: Programme in Kooperation zwischen Schule und außerschulischen Einrichtungen etablieren

Die aktuelle Datenlage belegt, dass authentische außerschulische Lernorte Motivation, konzeptuelles Verständnis und wissenschaftsbezogene Kompetenzen besonders wirksam fördern (Lynch et al., 2023; Santhosh et al., 2023). Daher sollten *Lernarrangements durch curricular eingebettete Kooperationen mit außerschulischen Partnern erweitert werden*:

- Synergien bei Ressourcen, Expertise und Zugang zu erweiterten Lernangeboten nutzen
- komplementäre Aktivitäten im Lehrplan verankern: Außerschulische MINT-Programme sollten systematisch in den regulären Unterricht integriert werden, um nachhaltige Kompetenzerweiterung zu gewährleisten.

#### Umsetzungsbeispiel:

##### Nuffield Research Placements

Im Programm „Nuffield Research Placements“ der Nuffield Foundation aus Großbritannien erhalten unterrepräsentierte Jugendliche im Alter von 16 bis 18 Jahren in zwei- bis sechswöchigen Sommerforschungspraktika inklusive Onlinebegleitung, Zugang zu Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen.

Quelle: [www.nuffieldfoundation.org/impact/nuffield-early-language-intervention](http://www.nuffieldfoundation.org/impact/nuffield-early-language-intervention)

## 6. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Meta-Studie zeigt einen deutlichen Leistungsrückgang in Mathematik, in den Naturwissenschaften und in den digitalen Kompetenzen, belegt durch TIMSS, PISA, ICILS und den IQB-Bildungstrend. Zentrale Ursachen sind wachsende soziale Ungleichheiten, zunehmende Heterogenität, fehlende Basiskompetenzen, Qualitätsdefizite im Unterricht sowie Schwächen in der digitalen und informatischen Bildung.

Daraus lassen sich für alle an der Bildungskarriere von Kindern und Jugendlichen Beteiligten wichtige Schlüsse ziehen. Besonders wirksam ist MINT-Förderung, wenn sie früh ansetzt und qualitativ hochwertig gestaltet ist: In der frühkindlichen Bildung durch spielerische, phänomenorientierte Zugänge und intensive Interaktion, in der Primarstufe durch angeleitetes Experimentieren, sprachsensiblen Unterricht und tragfähige Zahlvorstellungen. In der Sekundarstufe sind kognitive Aktivierung, lebensweltliche Kontexte, datenbasiertes und forschend-entdeckendes Lernen – unterstützt durch digitale Werkzeuge – entscheidend. Außerschulische Angebote entfalten ihre Wirkung vor allem dann, wenn sie projektbasiert, authentisch und eng mit schulischem Lernen verzahnt sind. Von ihnen profitieren besonders benachteiligte Lernende, Mädchen und Hochbegabte, sofern die Angebote gezielt auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten sind.

Insgesamt macht die Studie deutlich: Nachhaltige MINT-Förderung entsteht nur im Zusammenspiel von fachlicher Qualität, Motivation, sozialer Unterstützung und digitaler Kompetenz – und über den gesamten Zeitraum der Bildungskarriere von Kindern hinweg.

Für eine zukunftsfähige MINT-Bildung fordert die Studie daher einen systemischen Wandel. Lehrpläne und Unterricht müssen stärker an gesellschaftlich relevanten Herausforderungen wie Klimawandel oder Digitalisierung ausgerichtet sein und Lernende befähigen, Daten kritisch zu analysieren, Probleme kreativ zu lösen und technologische Entwicklungen verantwortungsvoll einzuordnen. Digitale Medien sollten dabei ein integraler Bestandteil des Lernens sein – etwa durch Simulationen, Modellierungen oder das Erlernen algorithmischen Denkens.

Gleichzeitig gewinnen Kooperationen zwischen Schulen, Hochschulen, der Wirtschaft und außerschulischen Lernorten an Bedeutung, um authentische Lerngelegenheiten und Vorbilder zu schaffen. Entscheidend sind zudem niedrigschwellige Zugänge, die kontinuierliche Förderung benachteiligter Gruppen sowie eine umfassende Qualifizierung von Fach- und Lehrkräften in fachlicher, didaktischer und digitaler Hinsicht. Gelingt dies, kann MINT-Bildung wesentlich zur Innovationsfähigkeit der Gesellschaft und zu mehr Chancengerechtigkeit beitragen.

## 7. LITERATURVERZEICHNIS

Al-Thani, N. J., Siby, N., Saad, A., Bhadra, J., Qahtani, N., Sellami, A., & Ahmad, Z. (2025). Meta-analysis of chemistry-based interdisciplinary informal research experience program for high school students. *Evaluation and Program Planning*, 108, 102517.

Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do?. *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education: Intellectual and attitudinal challenges* (pp. 73-96). Cham: Springer International Publishing.

Bustamante, A., Bermudez, V., Ochoa, K., Belgrave, A., & Vandell, D. (2023). Quality of early childcare and education predicts high school STEM achievement for students from low-income backgrounds. *Developmental Psychology*, 59, 1440-1451.

Dubowy, M. & Hasselhorn, M. (2024). *Schulbereitschaft. Was Kinder für einen erfolgreichen Schulstart brauchen*. Stuttgart: Kohlhammer.

Götze, D. (2015). *Sprachförderung im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen.

Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897.

- Hussim, H., Rosli, R., Nor, N. A. Z. M., Maat, S. M., Mahmud, M. S., Iksan, Z. & Lay, A. N. (2024). A systematic literature review of informal STEM learning. *European Journal of STEM Education*, 9(1), 7.
- Kim, M. (2016). A meta-analysis of the effects of enrichment programs on gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 60, 102-116.
- Klieme, E. (2006). Empirische Unterrichtsforschung: aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 765-773.
- Krajewski, K. & Schneider, W. (2006). Mathematische Vorläuferfertigkeiten im Vorschulalter und ihre Vorhersagekraft für die Mathematikleistungen bis zum Ende der Grundschulzeit. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 2006, 53, 246 – 262.
- Lauer, P. A., Akiba, M., Wilkerson, S. B., Apthorp, H. S., Snow, D., & Martin-Glenn, M. L. (2006). Out-of-school-time programs: A meta-analysis of effects for at-risk students. *Review of Educational Research*, 76, 275-313.
- Lynch, K., An, L., & Mancenido, Z. (2023). The impact of summer programs on student mathematics achievement: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 93, 275-315.
- Murmann, L., Steffensky, M./ Gebhard, U. (2007). Wie experimentieren Kinder und was denken sie sich dabei? In: Lauterbach, R.u.a. (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 81- 90.
- Neher-Asylbekov, S. & Wagner, I. (2023). Effects of out-of-school STEM learning environments on student interest: A critical systematic literature review. *Journal for STEM Education Research*, 6, 1-44.
- Padberg, F. & Wartha, S. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung* (5. Auflage). Berlin: Springer Spektrum.
- Pietrzyk, I. & Helbig, M. (2023). To benefit from an educational program, you need to participate. Participation patterns in an educational intervention promoting college access. *Journal for Educational Research Online* 15, 1, 95-118.
- Prediger, S. & Hardy, I (2023): Fachliches und sprachliches Lernen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In M. Becker-Mrotzek, I. Gogolin, H. J. Roth& P. Stanat (Hrsg.), *Grundlagen der sprachlichen Bildung*. Münster (S. 171-184). New York: Waxmann.
- Renzulli, J. S. (2012). Reexamining the role of gifted education and talent development for the 21st century: A four-part theoretical approach. *Gifted Child Quarterly*, 56, 150–159.
- Salvatierra, L. & Cabello, V. M. (2022). Starting at Home: What does the literature indicate about parental involvement in early childhood STEM education? *Education Sciences*, 12, 218.
- Santhosh, M., Farooqi, H., Ammar, M., Siby, N., Bhadra, J., Al-Thani, N. J. & Ahmad, Z. (2023). A meta-analysis to gauge the effectiveness of STEM informal project-based learning: investigating the potential moderator variables. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 671-685.
- Schwippert, K., Kasper, D., Eickelmann, B., Goldhammer, F., Köller, O., Selter, C., & Steffensky, M. (Hrsg.). (2024). *TIMSS 2023: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830999591>
- Sentance, S., Barendsen, E., Howard, N. R. & Schulte, C. (2023). *Computer Science Education. Perspectives on Teaching and Learning in School*. London: Bloomsbury Academics.

- Stanat, P., Schipolowski, S., Gentrup, S., Sachse, K. A., Weirich, S., & Henschel, S. (2025). IQB-Bildungstrend 2024. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich.
- Steinweg, A. S. & Treiber, E. (2024). Lernwirksam Mathematik unterrichten: Wissenschaftliche Grundorientierung und Umsetzung des Theorie-Praxis-Moduls Mathematik in der Grundschule In: E. Plötz, T. Summer, D. Grötzbach, & B. Drechsel (Hrsg.), *Schulpraktische Studien an der Universität Bamberg: Impulse für die Lehrkräftebildung* (S. 213-244). Bamberg: University of Bamberg Press.
- Steffensky, M., Scholz, L. A. & Köller, O. (2024). Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In K. Schwippert, D. Kasper, B. Eickelmann, F. Goldhammer, O. Köller, C. Selter, & M. Steffensky (Hrsg.), *TIMSS 2023. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 105-157). Münster: Waxmann.
- Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK, 2022). *Basale Kompetenzen vermitteln – Bildungschancen sichern. Perspektiven für die Grundschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz*. Bonn: SWK.
- Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK, 2025): *Kompetenzen für den erfolgreichen Übergang von der Sekundarstufe I in die berufliche Ausbildung sichern*. Bonn: SWK.
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological Science in the Public Interest*, 12, 3-54.
- Sydon, T., & Phuntsho, S. (2022). Highlighting the importance of STEM education in early childhood through play-based learning: A Literature Review. *RABSEL: The Centre Educational Journal*, 22, 1-19.
- van Uum, M. S., Peeters, M., & Verhoeff, R. P. (2021). Professionalising primary school teachers in guiding inquiry-based learning. *Research in Science Education*, 51(Suppl 1), 81-108.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual change research: An introduction. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (2nd Ed., pp. 1-7). London: Routledge.
- Walter, D. & Dexel, T. (2020). Heterogenität im Mathematikunterricht der Grundschule mit digitalen Medien begegnen? Eine fachdidaktische Perspektive auf Potentiale digital gestützten Mathematikunterrichts in der Grundschule. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 13, 65-80.
- Wolters, J. & Pohlmann, B. (2024). *BISS-LESETRAINING. Evaluationsergebnisse*. Download unter [https://ifbq.hamburg.de/wp-content/uploads/sites/803/2024/04/BiSS-Lesetraining\\_Ergebnisbericht\\_24-04-17.pdf](https://ifbq.hamburg.de/wp-content/uploads/sites/803/2024/04/BiSS-Lesetraining_Ergebnisbericht_24-04-17.pdf)

---

## Impressum

Essen, 2026

### Herausgeber

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.  
Baedekerstraße 1 · 45128 Essen  
T 0201 8401-0 · [mail@stifterverband.de](mailto:mail@stifterverband.de)  
[www.stifterverband.org](http://www.stifterverband.org)

### Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. Olaf Köller  
Dr. Larissa Lusnig  
Nadine Schneider

### Redaktion

Michał Mazurkiewicz  
Dr. Geraldine Blomberg  
Simone Hoefer  
Mirja Lembcke  
Charlotte Hack  
Patricia Szilagyi  
Antonia Kröger  
Lisa Dietzel  
Pauline Sohn

### Zitationshinweis

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft: Wie gelingt guter MINT-Unterricht? Essen, 2026.

Die Studie entstand mit finanzieller Unterstützung der Vector Stiftung.

---