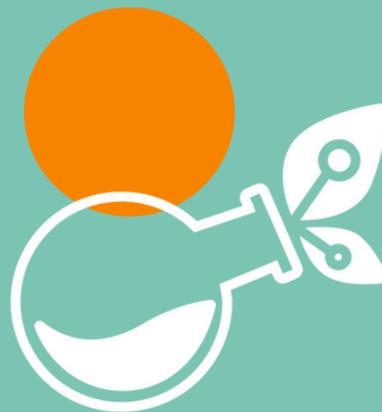




Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU

AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

WP2 Aktivität 1 - Teil 2

Identifizierung von AR Technologie am besten geeignet in der Schule zu verwenden Sektor für die Bereitstellung Gamification-Inhalte im MINT-Fach

Projektnummer: KA220-BW-23-30-126516

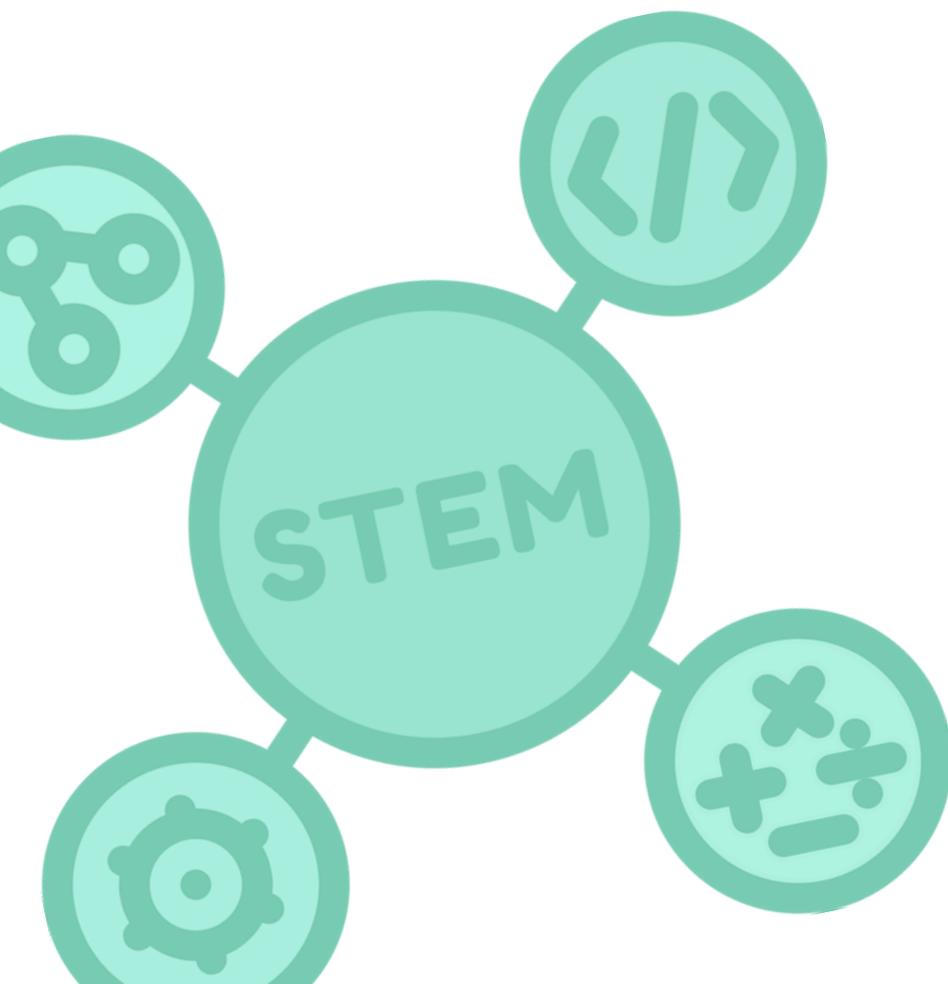
Index

Was ist MINT-Bildung? STEAM	3
in der Sekundarstufe	7
Einführung	7
Abschluss	10
MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality: Forschendes Lernen, projektbasiertes Lernen (PBL), problembasiertes Lernen (PrBL)	11
MINT-Bildung und Augmented Reality	12
Aktives Lernen	16
Der derzeit in den Konsortialländern umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz	22
Der derzeit in Deutschland umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz	22
Der derzeit in Italien umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz	23
Der derzeit in Griechenland umgesetzte STEM-pädagogische Ansatz	24
Der derzeit in Litauen umgesetzte STEM-pädagogische Ansatz	27
Der derzeit in Estland umgesetzte STEM-pädagogische Ansatz	28
Interdisziplinäres Lernen	31
Einführung	31
Was ist interdisziplinäres Lernen?	32
Warum ist interdisziplinäres Lernen wichtig und welche Vorteile bietet es den Studierenden?	33
Augmented Reality im Klassenzimmer: Anforderungen und Strategien	38
Grundlegende Richtlinien für die Verwaltung und Nutzung von AR zur Förderung aktiven Lernens und der Zusammenarbeit im Bildungsbereich	38
Unterrichtsstrategien	39
Verweise	43



Was ist MINT-Bildung?

STEM-Bildung ist ein Akronym und bezeichnet einen interdisziplinären Lehr- und Lernansatz, der Konzepte und Fähigkeiten aus vier Kerndisziplinen integriert: Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik. Die Antworten auf die Frage „Was ist STEM?“ können je nach konsultierter Quelle erheblich variieren. Aus politischer Sicht, wie sie etwa von Organisationen wie der NSF und gesetzgebenden Körperschaften vertreten wird, bis hin zur pädagogischen Perspektive, wie sie typisch für K-12-Agenturen und Schulbezirke ist, wird STEM oft als eine traditionelle Reihe von Disziplinen betrachtet, die Naturwissenschaften, Mathematik, Technologie und Ingenieurwesen ohne große Integration umfassen. Daher betont das vorherrschende moderne Verständnis von STEM-Bildung die Integration, also die gezielte Verschmelzung verschiedener Disziplinen zur Lösung realer Probleme (Sanders, 2009). Das Ziel der STEM-Bildung ist es, den Schülern das Wissen, die Fähigkeiten und Kompetenzen zu vermitteln, die sie benötigen, um im heutigen, sich schnell entwickelnden technologischen und wissenschaftlichen Bereich erfolgreich zu sein, indem sie reale Probleme lösen. STEM ist ein pädagogischer Ansatz, der darauf abzielt, Mathematik und Naturwissenschaften in den Unterricht einzuführen, die für das Verständnis grundlegender Phänomene des Lebens unerlässlich sind, sowie die Wissenschaft der Technologie und des Ingenieurwesens, da sie die Mittel für die Interaktion des Menschen mit der natürlichen Welt sind. Auf diese Weise konzentriert sich STEM als interdisziplinärer Ansatz auf das Verständnis und die Lösung realer Probleme. Interdisziplinarität bedeutet die Erforschung verschiedener Themen und die Verknüpfung wissenschaftlicher Felder, sodass die Schüler nicht nur spezifisches Wissen verstehen, sondern auch, wie sich die Wissenschaften mit verschiedenen Aspekten des Alltagslebens überschneiden und diese beeinflussen (Matsangouras, 2012).



Was ist MINT-Bildung?

Die Idee der Interdisziplinarität in der Bildung ist eine Theorie, die seit dem 20. Jahrhundert von bahnbrechenden Pädagogen wie John Dewey entwickelt und unterstützt wurde. Dewey propagierte Lernen mithilfe von Strategien und Aktivitäten, die von den realen Lebenserfahrungen der Schüler inspiriert sind (Dewey, 1934). Später bauten sowohl Piaget als auch Papert auf den Ideen von Dewey auf und entwickelten sie weiter, ebenso wie auf der konstruktivistischen Theorie, der zufolge Lernen ein aktiver Prozess und nicht nur die bloße Wissensvermittlung an die Schüler ist. Wissen wird konstruiert und basiert auf den persönlichen Alltagserfahrungen der Kinder, während es gleichzeitig vom Vorwissen jedes Einzelnen abhängt (Piaget, 1974). In dieser Perspektive übernahmen Pädagogen und Lehrer eine leitende und unterstützende Rolle, während der Mittelpunkt des Lernprozesses ausschließlich in die Hände des Lernenden gelegt wurde.

In den 1990er Jahren etablierte die National Science Foundation der Vereinigten Staaten die Verknüpfung der Bereiche Naturwissenschaften, Mathematik, Ingenieurwissenschaften und Technologie. Zunächst wurde der Begriff „SMET“ verwendet, aber 2001 etablierte Dr. Judith Ramaley, stellvertretende Direktorin der Abteilung für Bildung und Humanressourcen bei der NSF, den Begriff „STEM“ weltweit (Chute, 2009).

Tatsächlich definierte sie MINT als eine pädagogische Untersuchung, bei der das Lernen in einem Kontext stattfindet, in dem die Schüler reale Probleme lösen und Möglichkeiten schaffen und so Innovationen vorantreiben. Die National Science Foundation der Vereinigten Staaten wollte jedem der vier oben genannten Bestandteile besondere Aufmerksamkeit widmen und verfolgte dabei zwei Hauptziele. Erstens wollte sie auf nationaler Ebene wesentliche technologische und ingenieurwissenschaftliche Fortschritte fördern, um die globale Wettbewerbsfähigkeit aufrechtzuerhalten. Zweitens wollte sie jedem Schüler ein solides Verständnis der grundlegenden Prinzipien der MINT-Fächer und ihrer Zusammenhänge vermitteln und so die Lese- und Schreibfähigkeit fördern und tragfähige Beschäftigungsmöglichkeiten im Erwachsenenalter sicherstellen (Chesky & Wolfmeyer, 2015).

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts wurde ein interdisziplinärer Ansatz für Mathematik, Naturwissenschaften, Technologie und andere verwandte Bereiche immer dringender. In den Vereinigten Staaten herrschte allgemeine Besorgnis über die schlechten Leistungen der Schüler in Mathematik und insbesondere in Naturwissenschaften, verbunden mit mangelndem Interesse an Studien in diesen Disziplinen (Kuenzi, 2008). Forscher und Pädagogen kamen zu dem Schluss, dass der beste Weg, das Interesse der Schüler an Naturwissenschaften und Technologie wiederzubeleben, darin bestand, die Beziehung zwischen diesen beiden Bereichen neu zu definieren.

Sanders (2009) charakterisierte integrierten MINT-Unterricht als Ansätze, die Lehren und Lernen zwischen zwei oder mehreren MINT-Fachbereichen oder zwischen einem MINT-Fach und anderen Schulfächern untersuchen. Sanders schlägt vor, dass gezielte Lernziele für mindestens ein weiteres MINT-Fach in einen Kurs integriert werden sollten, beispielsweise ein Lernziel für Mathematik oder Naturwissenschaften in einem Technik- oder Ingenieurskurs. Moore et al. (2014) hingegen definierten integrierten MINT-Unterricht als Bemühen, einige oder alle der vier Disziplinen Naturwissenschaften, Technik, Ingenieurwissenschaften und Mathematik in einem einzigen Kurs, einer einzigen Einheit oder Lektion zusammenzuführen und dabei die Verbindungen zwischen diesen Fächern und Problemen der realen Welt hervorzuheben.

Im Jahr 2009 erlebte der MINT-Unterricht dank des Präsidenten der Vereinigten Staaten, Barack Obama, einen Aufschwung, der den MINT-Unterricht förderte und die Zahl der Lehrer in diesem Bereich erhöhte. Der Präsident startete die Initiative „Educate to Innovate“, um amerikanische Schüler im Laufe des nächsten Jahrzehnts in den Bereichen Naturwissenschaften und Mathematik vom Mittelfeld an die Spitze zu bringen. Tatsächlich argumentierte er, dass „Naturwissenschaften für unseren Wohlstand, unsere Sicherheit, unsere Gesundheit, unsere Umwelt und unsere Lebensqualität wichtiger sind als je zuvor.“ (Obama, 2009). Später im Jahr 2012 schlug der Nationale Forschungsrat der Vereinigten Staaten MINT (Naturwissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik) als neue Unterrichtsmethode vor, um die Integration von Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik (MINT) in den Lehrplan zu fördern und gleichzeitig das kollaborative Lernen der Schüler zu fördern (Pellegrino und Hilton, 2012; Siekmann und Siekmann, 2012; Korbel, 2016-Miller et al., 2017).

Was ist MINT-Bildung?

Im Jahr 2013 argumentierte US-Präsident Barack Obama: „Eines meiner Hauptanliegen als Präsident ist es, einen Ansatz zu entwickeln, bei dem alle mit anpacken müssen, um Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwissenschaften und Mathematik zu erreichen ... Wir müssen die Ausbildung einer Armee neuer Lehrer in diesen Themenbereichen zur Priorität machen und sicherstellen, dass wir als Land diesen Fächern den Respekt entgegenbringen, den sie verdienen.“ (Obama, 2013).

Obwohl der MINT-Bildungsansatz ursprünglich in den USA entstand, um den eigenen Bildungsbedarf zu decken, wurde er schnell international angenommen. Ausgehend von Amerika, mit seinen Hauptzielen, die Wettbewerbsfähigkeit in MINT-Fächern zu steigern und das Engagement der Schüler in naturwissenschaftlichen, mathematischen, technischen und technologischen Aktivitäten zu fördern, sind die Prinzipien und Praktiken von MINT heute an allen amerikanischen Universitäten und vielen weiterführenden Schulen, einschließlich spezialisierter MINT-Einrichtungen, weit verbreitet. Moore et al. (2014) beschrieben integrierten MINT-Unterricht als die Integration von Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik in eine einheitliche Klasse, Einheit oder Lektion. Diese Integration basiert auf der Herstellung von Verbindungen zwischen diesen Disziplinen und realen Problemen. Während integrierte MINT-Lehrplanmodelle sich in erster Linie auf Lernziele aus einem MINT-Fach konzentrieren können, beziehen sie Kontexte aus anderen MINT-Fächern mit ein. Integrierter MINT-Unterricht zeichnet sich dadurch aus, dass Inhalte aus mehreren MINT-Domänen in authentischen Kontexten gelehrt werden und MINT-Praktiken betont werden, um das Lernen der Schüler zu verbessern. Auch Europa bewegt sich in eine ähnliche Richtung.

Die Europäische Union finanziert Projekte zur Förderung von MINT im Bildungsbereich mit dem Ziel, mehr Schüler in MINT-Fächern auszubilden, um den Bedarf der Union angesichts des Mangels an naturwissenschaftlichem Fachpersonal in den kommenden Jahren zu decken. Im Jahr 2015 veröffentlichte das European Schoolnet eine Umfrage zum Thema MINT im Bildungsbereich (Kearney, 2015), die nationale Maßnahmen aus 30 Ländern vorstellte. Laut dem European Schoolnet geben 80 % der 30 Länder (Österreich, Belgien, Bulgarien, Kroatien, Zypern, Tschechische Republik, Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Ungarn, Irland, Israel, Italien, Litauen, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Schweden, Schweiz, Türkei, Vereinigtes Königreich), die an der Umfrage zum Thema MINT im Bildungsbereich teilnahmen, an, dass MINT-Unterricht für ihre Lehrer Priorität hat. Allerdings veröffentlichte die Europäische Union im Jahr 2013 eine Studie, die sowohl schwache Schülerleistungen in Naturwissenschaften und Mathematik als auch einen Mangel an ausgebildeten Fachkräften in den MINT-Fächern zeigte. In der EU-Politik wurde die Notwendigkeit, neue Technologien in Bildung und Berufsausbildung zu integrieren, als Angelegenheit mit unmittelbarer Priorität aufgenommen (Kommission, 2015). Der MINT-Bildungsansatz wird jedoch nicht nur für Schüler als notwendig erachtet, die in Zukunft Karrieren im MINT-Bereich anstreben. Der Hauptzweck dieses innovativen Bildungsansatzes besteht darin, alle Schüler vorzubereiten und sie mit Fähigkeiten und Kompetenzen des 21. Jahrhunderts auszustatten, um durch den Problemlösungsprozess, der sich auf echte Probleme der modernen Welt konzentriert, erfolgreich mit modernen Gesellschaften Schritt halten zu können (Moore & Smith, 2014). Das European Schoolnet zielt darauf ab, Mitglieder von Bildungsministerien, Schulen, Lehrer und andere relevante Interessengruppen in ganz Europa zu inspirieren und dabei zu unterstützen, Bildungspraktiken so umzugestalten, dass sie den digitalisierten Gesellschaften des 21. Jahrhunderts gerecht werden. Das European Schoolnet erreicht dies, indem es vielversprechende innovative Methoden identifiziert und mit ihnen experimentiert, Beweise für ihre Auswirkungen teilt und die Einführung von Lehr- und Lernansätzen erleichtert, die den zeitgenössischen Standards für inklusive Bildung entsprechen. Marc Durando, Geschäftsführer von European Schoolnet, erklärt: „Mit unseren Aktivitäten unterstützen wir Lehrkräfte und Schulleiter bei ihren Transformationsprozessen. Technologie allein kann die Unterrichtspraxis nicht verändern. Jeder Transformationsprozess muss das Ergebnis einer Strategie und einer Vision sein, in der die Schulleiter neben der Lehrerschaft ihre Schlüsselrolle als treibende Kraft für den Wandel geltend machen.“

Die Förderung von MINT-Talenten bei jungen Menschen, um sie zu den dringend benötigten MINT-Fachkräften von morgen zu formen, bleibt ein Hauptanliegen von European Schoolnet. Darüber hinaus besteht ein anhaltendes Problem darin, MINT-Fächer isoliert zu unterrichten.

Was ist MINT-Bildung?

Daher, ^{Bemühungen} Zu fördern Interdisziplinärer Unterricht, der sich an realen Herausforderungen wie Nachhaltigkeit oder Forschung orientiert, sowie die Förderung der Zusammenarbeit und die Umsetzung umfassender MINT-Bildungsansätze auf allen Schulstufen werden auch in den kommenden Jahren zentrale Prioritäten bleiben. Seit 2010 ist Scientix unter der Leitung von European Schoolnet führend beim Austausch von Wissen und Erfahrungen im MINT-Unterricht. Mit seinem Portal, seinen Veröffentlichungen, Kampagnen, beruflichen Weiterbildungsmaßnahmen und Netzwerkveranstaltungen hat Scientix in diesem Bereich eine zentrale Rolle gespielt. Ursprünglich von 2010 bis 2022 durch die Forschungs- und Innovationsprogramme FP7 und Horizont 2020 der Europäischen Union unterstützt, wird Scientix seit April 2023 ausschließlich von European Schoolnet verwaltet.

Die Gründung der Scientix STEM Alliance war eine Reaktion auf einen kritischen Mangel an MINT-Fähigkeiten in Europa. Faktoren wie das abnehmende Interesse an MINT-Karrieren, sinkende Leistungen in der traditionellen MINT-Ausbildung und eine Lücke in der digitalen Kompetenz führen zu einem Rückgang der MINT-Absolventen. Dieser Trend hemmt nicht nur Innovationen, sondern begrenzt auch unsere Fähigkeit, dringende globale Probleme wie Klimawandel, Mobilität und Energie anzugehen. Diese Initiative fungierte als zentrales Projekt für alle Kooperationen im Bereich der MINT-Ausbildung mit Industriepartnern.



Einführung von STEAM in Weiterführende Schule

STEAM-Bildung ist ein interdisziplinärer Ansatz, der die Verbindungen zwischen Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen, Kunst und Mathematik betont und kritisches Denken fördert, Problemlösungsfähigkeiten, Kreativität und Innovation (Bertrand & Namukasa, 2022). Dieser Teil der Leitlinie bietet einen Überblick der Gründe für STEAM-Bildung, ihre Vorteile, Herausforderungen und Strategien für eine erfolgreiche Umsetzung in weiterführende Schule.



In den letzten Jahren wurde weltweit zunehmend Wert darauf gelegt, STEAM-Bildung in die Lehrpläne der Sekundarschulen zu integrieren. Diese Initiative zielt darauf ab, Schüler auf die Anforderungen des 21. Jahrhunderts vorzubereiten, indem sie ihnen grundlegende Fähigkeiten und Kenntnisse in mehreren Disziplinen vermittelt. Durch die Einbeziehung von Elementen aus Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen, Kunst und Mathematik in die Bildungspraxis soll STEAM-Bildung eine ganzheitliche Entwicklung fördern und eine Belegschaft heranbilden, die in der Lage ist, komplexe globale Herausforderungen zu bewältigen. Globale Forscher haben die Idee vorgeschlagen, dass Lehrer die Nutzung von STEAM als Bildungsinstrument befürworten sollten, das den Lernprozess verbessert (Matsuura & Nakamura, 2021). Zahlreiche Studien haben die vielfältigen Vorteile der Integration von STEAM-Bildung in die Lehrpläne der Sekundarschulen unterstrichen. Laut dem im Journal of STEM Education Research veröffentlichten Artikel zeigen Schüler, die mit STEAM-Pädagogik in Berührung kommen, bemerkenswerte Verbesserungen ihrer akademischen Leistungen, insbesondere in den Fächern Mathematik und Naturwissenschaften (Smith et al., 2020). Diese empirischen Beweise untermauern die Wirksamkeit von STEAM-Methoden bei der Steigerung der Schülerleistungen.

Die Einbeziehung des STEAM-Unterrichts in weiterführende Schulen wird durch eine Fülle überzeugender Argumente unterstützt, die in erster Linie auf der Erkenntnis der Vernetzung verschiedener Disziplinen beruhen. Diese Vernetzung spiegelt das reale Szenario wider, in dem Probleme häufig disziplinäre Grenzen überschreiten (National Research Council, 2014). Durch die Anwendung eines ganzheitlichen Ansatzes, der diese Disziplinen integriert, bietet der STEAM-Unterricht den Schülern eine Plattform, um verschiedene Perspektiven zu erkunden und ein umfassendes Verständnis komplexer Phänomene zu entwickeln.

Einführung von STEAM in der Sekundarschule

Im Wesentlichen erkennt die STEAM-Ausbildung an, dass viele Herausforderungen, vor denen die Gesellschaft heute steht, wie der Klimawandel oder globale Gesundheitskrisen, nicht durch die Linse einer einzigen Disziplin angemessen angegangen werden können. Vielmehr erfordern sie ein vielschichtiges Verständnis, das auf Erkenntnissen aus Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen, Kunst und Mathematik basiert. Dieser interdisziplinäre Ansatz bereichert nicht nur die Lernerfahrungen der Schüler, sondern bereitet sie auch darauf vor, reale Probleme effektiver anzugehen. Darüber hinaus fördert die STEAM-Ausbildung in der Sekundarschule Kreativität und Innovation, indem sie den Schülern praktische, projektbasierte Lernerfahrungen bietet. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Teilnahme an solchen Aktivitäten die Neugier der Schüler anregt und sie ermutigt, zu experimentieren und neue Ideen zu erkunden (Quigley, Herro & Jamil, 2019). Durch die Arbeit an STEAM-Projekten lernen die Schüler, kritisch und kreativ zu denken und entwickeln wichtige Fähigkeiten, die in der heutigen Arbeitswelt hoch geschätzt werden. STEAM-Aktivitäten im Klassenzimmer fördern Zusammenarbeit und Teamarbeit, Fähigkeiten von größter Bedeutung für die Navigation in den kollaborativen Umgebungen, die in modernen Arbeitsumgebungen vorherrschen. Kollaborative Projekte verbessern nicht nur die zwischenmenschlichen Fähigkeiten der Schüler, sondern spiegeln auch die kollaborative Natur der beruflichen Arbeit wider und bereiten sie auf eine nahtlose Integration in diverse Teams vor (Smith et al., 2020). Darüber hinaus fördert STEAM-Bildung die Entwicklung kritischen Denkens und Problemlösungsfähigkeiten, die für den Erfolg im 21. Jahrhundert von entscheidender Bedeutung sind. Durch forschendes Lernen und Problemlösungsaktivitäten lernen die Schüler, Informationen zu sammeln, Beweise zu bewerten und innovative Lösungen für komplexe Probleme zu finden (Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012). Diese kommen den Schülern nicht nur akademisch zugute, sondern befähigen sie auch, aktive und informative Bürger zu werden, die in der Lage sind, die Herausforderungen anzugehen, vor denen ihre Gemeinden und die Welt zu Hause stehen. Im Wesentlichen stattet die Integration von STEAM-Bildung in weiterführende Schulen die Schüler mit einem vielseitigen Kompetenzspektrum aus und bereitet sie darauf vor, in einer sich ständig weiterentwickelnden Welt zurechtzukommen (Smith et al., 2020).



Einführung von STEAM in der Sekundarschule

Im Sekundarbereich stößt die Umsetzung des STEAM-Unterrichts auf mehrere Herausforderungen. Ein grundlegendes Hindernis ist die Integration unterschiedlicher Fächer in den Lehrplan, wie Matsuura und Nakamura (2021) betonen. Sie betonen, wie wichtig es ist, STEAM-Initiativen an bestehende Bildungsrahmen anzupassen und gleichzeitig Kohärenz und Relevanz über alle Disziplinen hinweg sicherzustellen. Diese Integration innerhalb der herkömmlichen Struktur von Sekundarschulsystemen zu erreichen, bleibt jedoch komplex (National Research Council, 2014). Die Bereitschaft der Lehrer ist ein weiteres wichtiges Anliegen, das von Stohlmann, Moore und Roehrig (2012) hervorgehoben wird. Ihre Forschung zeigt, dass vielen Lehrern die notwendigen pädagogischen Strategien und das inhaltliche Wissen für eine effektive STEAM-Integration fehlen. Auf STEAM-Pädagogik und interdisziplinäre Ansätze zugeschnittene berufliche Weiterbildungsprogramme sind unerlässlich, um diese Lücke zu schließen (Bertrand & Namukasa, 2022). Darüber hinaus stellt die Verfügbarkeit von Ressourcen eine erhebliche Herausforderung dar. Quigley, Herro und Jamil (2019) diskutieren, wie der Zugang zu Materialien, Ausrüstung und Einrichtungen für das praktische, erfahrungsbasierte Lernen, das dem STEAM-Unterricht innewohnt, von entscheidender Bedeutung ist. Eine weitere Hürde stellen die Bewertungsmethoden dar. Traditionelle Bewertungsrahmen erfassen die interdisziplinären Fähigkeiten, die durch den STEAM-Unterricht gefördert werden, möglicherweise nicht ausreichend. Smith, Johnson und Williams (2020) betonen die Notwendigkeit innovativer Bewertungsstrategien, die die Fähigkeit der Schüler bewerten, Wissen in mehreren Disziplinen anzuwenden. Die Entwicklung und Umsetzung solcher Bewertungen erfordert jedoch viel Zeit, Fachwissen und institutionelle Unterstützung. Die Bewältigung dieser Herausforderungen ist unerlässlich, um das volle Potenzial des STEAM-Unterrichts an weiterführenden Schulen auszuschöpfen. Die Zusammenarbeit zwischen den Lehrern, angemessene Schulungen und Ressourcen sowie die Entwicklung wirksamer Bewertungsmethoden sind entscheidende Aspekte, die berücksichtigt werden müssen.

Die Integration von STEAM-Bildung in die Sekundarstufe in moderne Bildungsrahmen bringt sowohl Herausforderungen als auch Chancen mit sich. Obwohl es seinen Platz in den Bildungsagenden gefunden hat, gibt es laut Untersuchungen von Kim und Kim (2016) und der Literaturübersicht von Perignat und Katz-Buonincontro (2019) immer noch erhebliche Unterschiede in der Qualität und Quantität der Initiativen. Diese Studien betonen die Notwendigkeit greifbarer Lernergebnisse, insbesondere in Bereichen wie Kreativität, Problemlösung und Kunsterziehung. Die von Kim und Kim (2016) vorgeschlagenen Kriterien für effektives STEAM-Lernen – situativer Kontext, kreatives Design und emotionales Engagement – dienen als Leitprinzipien für die Schaffung sinnvoller Lernerfahrungen. Verschiedene Initiativen, darunter Museumsbesuche, praktische Experimente und digitale Simulationen, wie Li und Wong (2020) hervorheben, bieten vielfältige Wege zur STEAM-Integration und gehen auf die unterschiedlichen Lernpräferenzen und Interessen der Schüler ein. Bemerkenswerte Projekte wie die Initiativen Global Science Opera und UK CREATIONS sind Beispiele für gemeinschaftliche Bemühungen, die die Kluft zwischen Kunst und Wissenschaft überbrücken und das Verständnis der Schüler durch interdisziplinäre Erkundung und kreativen Ausdruck bereichern (Tesconi & de Aymerich, 2020). In ähnlicher Weise demonstrieren Initiativen wie GetWet das Potenzial von STEAM bei der Behandlung sozioökologischer Probleme und der Förderung des Engagements der Gemeinschaft (Colucci-Gray et al., 2019). Diese Erfahrungen unterstreichen die Vielschichtigkeit der STEAM-Ausbildung, die innovative pädagogische Ansätze, interdisziplinäre Zusammenarbeit und reale Anwendungen umfasst, die alle darauf abzielen, ganzheitliche Lernerfahrungen für Schüler zu fördern.



Abschluss

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Einführung von STEAM-Bildung an weiterführenden Schulen einen entscheidenden Schritt darstellt, um Schüler auf die Herausforderungen und Chancen des 21. Jahrhunderts vorzubereiten. Die interdisziplinäre Natur von STEAM fördert kritisches Denken, Problemlösungsfähigkeiten, Kreativität und Innovation und entspricht den Anforderungen einer sich schnell entwickelnden Welt. Während die Integration von STEAM in Bildungsrahmen ein enormes Potenzial bietet, bringt sie auch erhebliche Herausforderungen mit sich. Die Bewältigung dieser Herausforderungen erfordert gemeinsame Anstrengungen von Lehrern, politischen Entscheidungsträgern und Interessengruppen, um eine kohärente Integration, Lehrerbereitschaft, Ressourcenverfügbarkeit und geeignete Bewertungsmethoden sicherzustellen. Trotz dieser Herausforderungen unterstreichen die in der Literatur vorgestellten vielfältigen Initiativen und Projekte die transformative Wirkung der STEAM-Bildung auf die Bereicherung der Lernerfahrungen der Schüler, die Förderung des interdisziplinären Verständnisses und die Befähigung dieser Schüler, aktive Beiträge für ihre Gemeinschaften und die Welt im Allgemeinen zu leisten. In Zukunft werden kontinuierliche Investitionen in die STEAM-Bildung und konzertierte Anstrengungen zur Überwindung bestehender Herausforderungen von entscheidender Bedeutung sein, um ihr volles Potenzial auszuschöpfen und die Schüler mit den Fähigkeiten und Kompetenzen auszustatten, die sie benötigen, um in einer zunehmend komplexen und vernetzten globalen Landschaft erfolgreich zu sein.



MINT-pädagogischer Ansatz und Augmented Reality

Forschendes Lernen, Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

In der sich entwickelnden Landschaft der MINT-Bildung (Naturwissenschaften, Technik, Ingenieurwesen und Mathematik) werden ständig innovative pädagogische Ansätze gesucht, um ein tieferes Verständnis, Engagement und kritisches Denken bei den Schülern zu fördern. Augmented Reality (AR) erweist sich als wirksames Werkzeug, das die Schüler nicht nur fesselt, sondern auch das Lernerlebnis erweitert.

Dieses Dokument ist wie folgt aufgebaut: Abschnitt 1 konzentriert sich auf MINT-Bildung und wie diese durch Augmented Reality (AR) verbessert werden kann, Abschnitt 2 führt in aktives Lernen ein und diskutiert drei wichtige pädagogische Ansätze: Forschendes Lernen (IBL), projektbasiertes Lernen (PBL) und problembasiertes Lernen (PrBL); ein Unterabschnitt befasst sich mit der Verschmelzung von AR-Technologie mit den drei pädagogischen Ansätzen. Durch diese Integration können Pädagogen immersive, interaktive und dynamische Lernumgebungen schaffen, die es Schülern ermöglichen, reale Herausforderungen innerhalb der MINT-Disziplinen zu erkunden, zu schaffen und zu lösen. Schließlich berichtet Abschnitt 3 über den MINT-pädagogischen Ansatz, der derzeit in den Ländern des BioS4You AR 2.0-Konsortiums (Deutschland, Italien, Estland, Griechenland, Litauen) umgesetzt wird.

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality: Forschendes Lernen, projektbasiertes Lernen (PBL), problembasiertes Lernen (PrBL)

MINT-BILDUNG UND ERWEITERTE REALITÄT

Augmented Reality (AR) ist eine 3D-Technologie, die die Sinneswahrnehmung des Benutzers der realen Welt um eine kontextbezogene Informationsebene erweitert [1]. AR ist in den letzten Jahrzehnten zu einem beliebten Thema in der Bildungsforschung geworden, da es Lehr- und Lernprozesse bereichern kann [2]. Die Medieneigenschaften von AR, nämlich sensorisches Eintauchen, Navigation und Manipulation, scheinen beim Lernen positive Emotionen zu fördern und effizientere und bessere Lernergebnisse zu erzielen [3]. Durch die Visualisierung komplexer Konzepte als dreidimensionale Objekte ermöglicht AR eine interaktive Realität in Echtzeit. In der vorhandenen Literatur werden die zahlreichen Vorteile der Einbeziehung von AR in die Bildung aufgezeigt. Diese qualitativen Überprüfungen kamen zu dem Schluss, dass die Einbeziehung von AR-Anwendungen in die Bildung relevant ist, da sie die Lernleistungen und die Lernmotivation der Schüler verbessern.

Tabelle 1 präsentiert einige der am häufigsten zitierten qualitativen Übersichtsarbeiten zu AR im Bildungswesen (aus Ref. [3]).

Tabelle 1

Qualitative Reviews von AR-Anwendungen im Bildungsbereich

Studie	Untersuchte Variablen	Wichtigste Ergebnisse
<i>Radu (2012)</i>	Lerneffekte; Vorteile; Nachteile	AR steigert das Verständnis von Inhalten. AR begünstigt die langfristige Wissensspeicherung. AR steigert die Lernmotivation.
<i>Wu, Lee, Chang und Liang (2013)</i>	Lerneffekte; technologische Fragen; pädagogische Fragen; Lernprobleme. Vorteile und Nachteile; Bildungsbereich, Bildungsniveau	AR ermöglicht allgegenwärtiges, kollaboratives und situatives Lernen, die Visualisierung des Unsichtbaren und die Überbrückung von formellem und informellem Lernen.
<i>Baca, Baldiris, Fabregat, Graf und Kinshuk (2014)</i>	Vorteile von AR im Bildungsbereich	Die Hauptvorteile von AR in der Bildung sind Lerngewinn und Motivation. „Die größte Schwierigkeit besteht darin, überlagerte Informationen beizubehalten.“
<i>Diegmann, Schmidt-Kraepelin, Eynden und Basten (2015)</i> <i>Akeayir und Akcayir (2017)</i>	Vor- und Nachteile; Bildungsbereich, Bildungsniveau	Der Hauptvorteil von AR im Bildungsbereich liegt im Lernzuwachs. Die am häufigsten genannte Herausforderung ist die Schwierigkeit für die Schüler, es zu nutzen.

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality: Forschendes Lernen, projektbasiertes Lernen (PBL), problembasiertes Lernen (PrBL)

Einige Forscher haben darauf hingewiesen, dass AR potenzielle pädagogische Vorteile bietet, die insbesondere in den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) nützlich sind, darunter räumliches Vorstellungsvermögen, praktische Fertigkeiten, konzeptionelles Verständnis und wissenschaftliches Lernen [4-7]. Tatsächlich hat die Integration von Augmented Reality (AR) in den MINT-Unterricht neue Möglichkeiten in der Lehre und im Lernen eröffnet und die Bildungslandschaft für Schüler verändert. AR-Technologie bietet immersive Erfahrungen, die das Verständnis und die Beteiligung an MINT-Fächern verbessern. In der Physik gibt es beispielsweise teure oder unzureichende Laborsysteme, Systemfehler und Schwierigkeiten bei der Simulation anderer experimenteller Umstände. Im Bereich Technologie haben viele Schulen nicht genügend Computer. Im Ingenieurwesen gibt es nur wenige Lehrer, die sich mit computergestütztem Design (CAD) auskennen. Und in der Mathematik integrieren nur wenige Lehrer Technologie in ihren Unterricht, oft weil sie glauben, dass es immer noch besser ist, mit traditionellen Methoden zu unterrichten. Eine weitere großartige Anwendung von Augmented Reality in der Wissenschaft ist ein AR-basiertes Simulationsschema für eine kooperative, untersuchungsbasierte Lehraktivität in einem naturwissenschaftlichen Kurs. Dabei stellte sich heraus, dass eine AR-basierte Simulation die Lernenden stärker in die Untersuchungsprojektaktivität einbeziehen kann als dies bei herkömmlichen Simulationen der Fall ist.

Aus Ref. [8]

AR-basiertes Framework für STEM-Bildung abgeleitet aus der Überprüfung als Grundlage für die Schule

Verwaltung und politische Entscheidungsträger

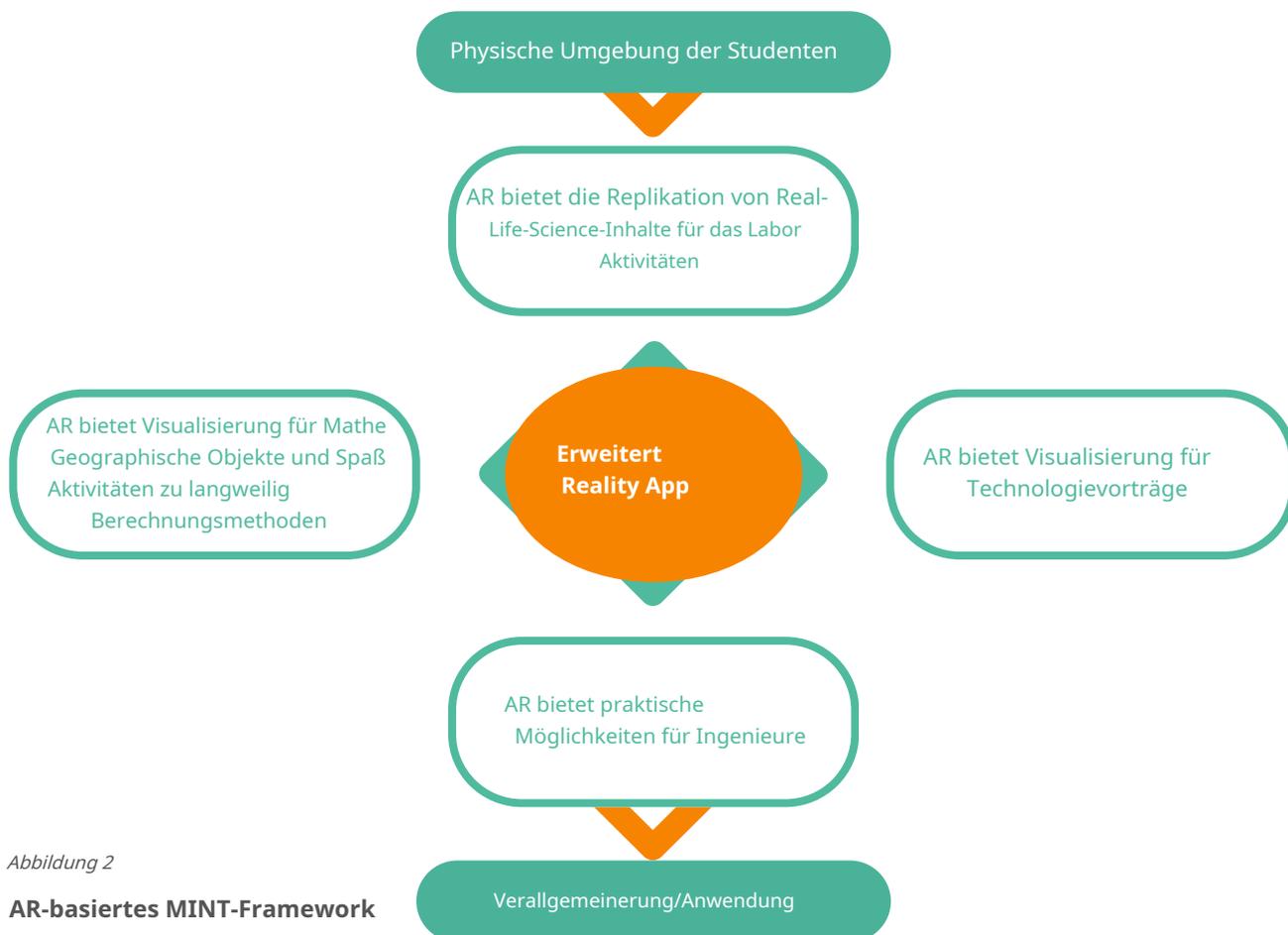


Abbildung 2



MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality: Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

Die Technologien, die nach und nach in Bildungskontexte eingeführt werden, ermöglichen es den Schülern, ihre Möglichkeiten des Wissensaufbaus zu diversifizieren. Der Einsatz neuer Technologien im Klassenzimmer ist jedoch immer eine Herausforderung für alle am Bildungsprozess Beteiligten. Das Aufkommen einer neuen Technologie, wie im Fall von Augmented-Reality-Geräten, erregt die Aufmerksamkeit der Lehrer. Es weckt die Erwartung, dass ihre Verwendung den Schülern neue Interaktionsmethoden, neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Schülern und zwischen Schülern und Lehrern und möglicherweise eine Steigerung der Lernmotivation bietet. Allerdings müssen diese Erwartungen und die am besten geeigneten Strategien für ihre Verwendung validiert und neue Strategien erforscht werden. Die Prototypen reichen von einfachen technologischen Integrationen bis hin zu komplexeren mit der Einführung eines Augmented-Reality-Systems [9].

Augmented Reality bereichert den MINT-Unterricht, indem es digitale Inhalte auf die physische Welt projiziert und so die Lücke zwischen abstrakten Konzepten und greifbaren Erfahrungen schließt. Durch den Einsatz von AR können Pädagogen herkömmlichen Unterricht in fesselnde Abenteuer verwandeln, bei denen Schüler in Echtzeit mit virtuellen Modellen, Simulationen und Datenvisualisierungen interagieren. Dieses interaktive Engagement verbessert nicht nur das Verständnis, sondern fördert auch Neugier, Kreativität und Zusammenarbeit unter den Lernenden.

Obwohl es einige Untersuchungen zum Einsatz von AR in der Bildung gibt, um die Entwicklung spezifischer Bildungsanwendungen zu unterstützen, gibt es nur begrenzte Untersuchungen zur Entwicklung eines pädagogischen Rahmens und zur Bereitstellung von Ressourcen für Lehrer, um diesen wirksam umzusetzen [10-11]. In diesem Zusammenhang zielt unser Projekt darauf ab, die pädagogischen Strategien zu identifizieren und zu erforschen, indem wir sie in realen Lehr- und Lernszenarien evaluieren, insbesondere im Hinblick auf die entwickelten Kompetenzen und die Motivation der Schüler sowie auf die Möglichkeiten zur Integration verschiedener Geräte für Augmented Reality.

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality:

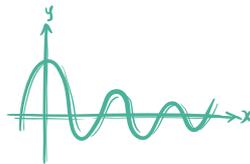
Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

Beispiele für AR-Anwendungen im MINT-Unterricht [12-15]



Biologie

AR bringt biologische Konzepte zum Leben erweckt, indem digitale Informationen auf die reale Welt gelegt werden. Die Schüler können detaillierte 3D-Modelle von Zellen, Organen oder Organismen, Förderung einer tieferen Verständnis der biologischen Strukturen und Funktionen.



Physik

AR-Simulationen in der Physik ermöglichen es den Schülern, Experimente in virtuellen Umgebungen. Sie können komplexe Konzepte visualisieren wie Bewegung, Kräfte und Elektrizität, wodurch abstrakte Theorien greifbar durch interaktive Simulationen.



Chemie

AR-Anwendungen in der Chemie ermöglichen es den Schülern, Molekülstrukturen und chemische Reaktionen zu erforschen. Sie können 3D-Molekülmodelle manipulieren und Reaktionen beobachten in Echtzeit, wodurch das Verständnis chemischer Grundsätze.

Vorteile von AR im MINT-Lernen [12-15]



Verbesserte Visualisierung

AR erleichtert die Visualisierung von abstrakten Konzepten, komplexe Theorien mehr zugänglich und verständlich für Studierende.



Interaktives Lernen

AR fördert aktives Lernen durch die Einbindung der Schüler in interaktive Erfahrungen, die Förderung der Neugier und tiefere Engagement für MINT Themen.



Erlebnispädagogik

AR-Simulationen bieten Erfahrungslernen Möglichkeiten, die es den Studierenden ermöglichen, virtuelle Experimente oder erforschen Phänomene, die im herkömmlichen Unterrichtsumfeld nicht möglich sind.

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality:

Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

AKTIVES LERNEN

Es gibt keine einheitliche Definition von Lernen, die von Theoretikern, Forschern und Praktikern allgemein akzeptiert wird. Eine allgemein akzeptierte Aussage besagt jedoch, dass Lernen eine Veränderung des menschlichen Verhaltens, Wissens, der Fähigkeiten, Überzeugungen und Einstellungen impliziert [16]. Theoretische Traditionen haben vier große Lerntheorien festgelegt: Behaviorismus, Kognitivismus, Humanismus und Konstruktivismus [16]. Dennoch ist der Konstruktivismus die beliebteste Lerntheorie in der Bildungstechnologie. Der Konstruktivismus ist ein Lernansatz, der besagt, dass Menschen aktiv Wissen konstruieren und dass die Realität durch die Erfahrung des Lernenden bestimmt wird. Es gibt mehrere Prinzipien im Zusammenhang mit dem Konstruktivismus als Theorie für Lehren und Lernen. In diesem Sinne heben wir vier Prinzipien hervor, die für das Verständnis der Bedeutung des Konstruktivismus in der Bildungstechnologie von entscheidender Bedeutung sind. Erstens besteht die zentrale Idee des Konstruktivismus darin, dass Wissen nicht vom Lehrer an den Schüler weitergegeben wird, sondern ein aktiver Konstruktionsprozess ist [16]. Dies impliziert, dass Schüler neues Wissen auf der Grundlage ihres Vorwissens konstruieren und dass Vorwissen das neue Wissen beeinflusst, das ein Lernender aus neuen Lernerfahrungen konstruieren wird. Zweitens ist ein weiterer wichtiger Gedanke des Konstruktivismus, dass Lernen ein aktiver und kein passiver Prozess ist. Eine passive Lehrauffassung betrachtet den Lernenden als leeres Gefäß, das mit Wissen gefüllt werden muss, während der Konstruktivismus davon ausgeht, dass Lernende Bedeutung durch aktive Auseinandersetzung mit der Umgebung konstruieren. Drittens ist Lernen eine soziale Aktivität. Die soziale Welt eines Lernenden umfasst die Menschen, die das Leben des Lernenden beeinflussen, wie Familie, Freunde, Lehrer, politische Entscheidungsträger und andere. Diese soziale Umgebung spielt eine zentrale Rolle bei der Konstruktion von Bedeutung durch den Lernenden, und daher kann Lernen als kollaborativer Prozess beschrieben werden. Viertens: Obwohl Lernen als soziale Aktivität beschrieben wird, ist alles Wissen persönlich, d. h. jeder einzelne Lernende hat einen unverwechselbaren Standpunkt, der auf vorhandenem Wissen und früheren Erfahrungen basiert [17]. Das bedeutet, dass dieselben Aktivitäten, Lehrmethoden und Lektionen zu unterschiedlichem Lernen bei jedem Schüler führen können, da ihre Interpretationen von Dingen und Ideen unterschiedlich sein können.

Es gibt eine beträchtliche Anzahl von Lernansätzen, die sich von den Prinzipien des Konstruktivismus ableiten; die gängigsten pädagogischen Ansätze bei AR-Interventionen sind jedoch das forschende Lernen, das projektbasierte Lernen und das projektbasierte Lernen. Alle diese Ansätze setzen ähnliche Strategien bei pädagogischen Interventionen um, wie z. B. die Betrachtung der Schüler als Protagonisten des Lernprozesses, die Verwendung von Scaffolding, die Einbeziehung verschiedener Lernszenarien, die Berücksichtigung hoher Denkfähigkeiten und die Konzentration auf reale Probleme. Dennoch hat jeder Ansatz einzigartige Merkmale, die ihm seinen Platz im Pool der Lernansätze sichern. Die folgenden Unterabschnitte enthalten kurze Definitionen jedes dieser pädagogischen Ansätze und listen ihre Hauptmerkmale auf.

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality:

Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

Inquiry-based learning (IBL)

Auch als Entdeckungslernen bekannt, handelt es sich hierbei um einen aktiven pädagogischen Ansatz, bei dem der Schüler ein Problem erforschen, Fragen stellen und dann nach möglichen Lösungen für diese Fragen suchen muss. Bei diesem Ansatz ist der Lehrer ein Wissensvermittler und der Schüler der Protagonist des Lernprozesses. Forschendes Lernen (IBL) gilt als Leuchtturm der Innovation in der modernen Bildung und steht für einen pädagogischen Ansatz, in dessen Mittelpunkt Neugier, Erkundung und Entdeckung stehen. Im Gegensatz zu traditionellen didaktischen Methoden befähigt IBL die Lernenden, sich aktiv am Lernprozess zu beteiligen, und fördert kritisches Denken, Problemlösungsfähigkeiten und einen lebenslangen Wissensdurst. Im Wesentlichen ist forschendes Lernen ein schülerzentrierter Ansatz, der die Lernenden dazu anregt, Fragen zu stellen, Phänomene zu untersuchen und ihr Verständnis von Konzepten durch Erkundung und Reflexion aufzubauen. IBL basiert auf den Prinzipien des Konstruktivismus und der kognitiven Psychologie und verlagert den Schwerpunkt von der Verbreitung von Informationen durch die Lehrer auf die aktive Beteiligung der Lernenden an sinnvollen Untersuchungsprozessen. Indem es Neugier und Autonomie fördert, vertieft IBL nicht nur das konzeptionelle Verständnis, sondern schult auch wichtige Fähigkeiten wie kritisches Denken, Problemlösung und Kommunikation. Dieser Ansatz verwendet verschiedene Strategien wie Diskussionen in kleinen Gruppen und angeleitetes Lernen. Anstatt Fakten und Material auswendig zu lernen, lernen die Schüler durch Handeln, was es ihnen ermöglicht, Wissen durch Erkundung, Erfahrung und Diskussion aufzubauen. Basierend auf der Arbeit von Lazonder und Harmsen [18] beschreiben wir im Folgenden einige der wichtigsten Vorteile von IBL in Bildungseinrichtungen.

- 1. Es steigert das Lernerlebnis der Schüler, indem es ihnen ermöglicht, Themen selbst zu erkunden.**
- 2. Es vermittelt Fähigkeiten, die für alle Lernbereiche erforderlich sind, da die Schüler bei der Auseinandersetzung mit einem Thema ihre Fähigkeiten zum kritischen Denken und zur Kommunikation entwickeln.**
- 3. Es fördert die Neugier der Schüler, da es ihnen ermöglicht, ihre Ideen zu einem Thema auszutauschen.**
- 4. Es vertieft das Verständnis der Schüler für Themen, da sie nicht einfach nur Fakten auswendig lernen, sondern Zusammenhänge zwischen dem Gelernten herstellen.**
- 5. Es erhöht das Engagement für den Stoff, indem es den Schülern die Möglichkeit gibt, Themen zu erkunden, eigene Zusammenhänge herzustellen und Fragen zu stellen, was sie dazu ermutigt, sich voll und ganz auf den Lernprozess einzulassen.**

Einer der bekanntesten Vorteile von IBL in Bildungsprozessen ist vielleicht, dass es die Lernmotivation steigert. Wenn sich Schüler auf ihre eigene Weise mit dem Material beschäftigen, erlangen sie nicht nur ein tieferes Verständnis der Themen, sondern entwickeln auch eine Leidenschaft für das Erkunden und Lernen.

STEM Inquiry-Based Learning ist eine wirkungsvolle Methode, um Schüler zu motivieren und ihnen ein tieferes Verständnis für wissenschaftliche Konzepte zu vermitteln. Indem das Forschen in den Mittelpunkt des Lernens gestellt wird, befähigt STEM IBL die Schüler, Fragen zu stellen, Phänomene zu untersuchen und gemeinsam Wissen aufzubauen, und bereitet sie so auf die Komplexität der modernen Welt vor. STEM IBL ist ein pädagogischer Ansatz, der Erkundung, Experimentieren und Entdecken betont. Anstatt den Schülern einfach nur Informationen zu vermitteln, ermöglichen Pädagogen Lernerfahrungen, die aktives Forschen fördern. Durch offene Fragen, praktische Experimente und authentische Untersuchungen begeben sich die Schüler auf eine Entdeckungsreise und treiben ihren eigenen Lernprozess voran. Ob sie nun die Prinzipien der Physik durch den Bau von Apparaten erforschen oder biologische Feldstudien durchführen, STEM IBL ermutigt die Schüler, kritisch zu denken, Probleme kreativ zu lösen und eine tiefere Wertschätzung für die wissenschaftliche Methode zu entwickeln.

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality:

Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

Die Implementierung von forschendem Lernen erfordert eine sorgfältige Planung, Unterstützung und Moderation, um reichhaltige, forschende Lernerfahrungen zu schaffen. Die erfolgreiche Implementierung von STEM IBL beruht auf den folgenden Schlüsselphasen:

- 1. Aktives Engagement:** Wecken Sie die Neugier der Schüler, indem Sie ihnen zum Nachdenken anregende Fragen, Probleme aus der realen Welt oder faszinierende Phänomene präsentieren, die als Katalysator für weitere Untersuchungen dienen.
- 2. Untersuchung:** Geben Sie den Schülern die Möglichkeit, Verantwortung für ihr Lernen zu übernehmen, indem Sie ihnen erlauben, eigene Fragen zu formulieren, Experimente zu entwerfen und den Untersuchungsprozess voranzutreiben. Unterstützen Sie die Untersuchungsprozesse der Lernenden durch geführte Erkundung und stellen Sie ihnen bei Bedarf Ressourcen, Rahmenbedingungen und Unterstützung zur Verfügung.
- 3. Zusammenarbeit:** Fördern Sie die Zusammenarbeit und Kommunikationsfähigkeiten, indem Sie die Schüler ermutigen, in Teams zusammenzuarbeiten, Ideen auszutauschen und sich an wissenschaftlichen Diskursen zu beteiligen.
- 4. Erkundung:** Integrieren Sie praktische Experimente, Simulationen und Erfahrungen aus der realen Welt, die es den Schülern ermöglichen, direkt mit Phänomenen in authentischen Kontexten zu interagieren, die mit den Interessen und Erfahrungen der Schüler und der Welt um sie herum in Verbindung stehen, wodurch der Untersuchungsprozess relevant und sinnvoll wird.
- 5. Reflexion:** Geben Sie den Schülern die Möglichkeit, über ihre Lernerfahrungen nachzudenken, ihre Methoden und Ergebnisse zu bewerten und Verbindungen zwischen ihren Erkenntnissen und umfassenderen wissenschaftlichen Prinzipien herzustellen.

STEM IBL bietet zahlreiche Vorteile für Schüler und Lehrer. IBL beginnt damit, Neugier zu wecken und die Lernenden einzuladen, die Welt um sie herum zu hinterfragen und sich auf intellektuelle Reisen zu begeben, die von echter Neugier getrieben werden. Indem STEM IBL die Schüler in den Mittelpunkt des Lernprozesses stellt, fördert es aktives Engagement und vertieft das Verständnis von STEM-Konzepten. Anschließend beschäftigen sich die Lernenden mit authentischen, realen Problemen oder Szenarien, die sie dazu veranlassen, disziplinäres Wissen und Fähigkeiten anzuwenden, um gemeinsam Lösungen zu finden. Dabei übernehmen sie aktive Rollen als Ermittler, Forscher und Schöpfer, übernehmen die Verantwortung für ihren Lernprozess und fördern ein Gefühl der Handlungsfähigkeit. Pädagogen bieten Unterstützung und Anleitung, um die Untersuchungsprozesse der Lernenden zu unterstützen und tiefere Erkundung und metakognitive Reflexion zu ermöglichen. Darüber hinaus fördert IBL Kreativität und Innovation, da die Schüler Experimente entwerfen, Lösungen für reale Probleme vorschlagen und neuartige Ideen erkunden. Durch die Untersuchung entwickeln die Schüler kritische Denkfähigkeiten, da sie Daten analysieren, Schlussfolgerungen ziehen und die Gültigkeit ihrer Ergebnisse bewerten. Die Vorteile des forschenden Lernens sind vielfältig und gehen über den bloßen Wissenserwerb hinaus und umfassen eine ganzheitliche Entwicklung und lebenslange Lernbereitschaft. IBL fördert kritische Denkfähigkeiten, da die Schüler Beweise analysieren, Argumente bewerten und Lösungen für komplexe Probleme vorschlagen. Die intrinsische Motivation, die durch Neugier angetrieben wird, hält das Engagement der Lernenden aufrecht und treibt ihr Streben nach Wissen über den Klassenraum hinaus an. Indem es Neugier und selbstgesteuertes Forschen fördert, weckt STEM IBL eine Leidenschaft für das Lernen, die über den Klassenraum hinausgeht und sich auf das Leben der Schüler auswirkt. Schließlich fördert IBL die Zusammenarbeits- und Kommunikationsfähigkeiten, da die Schüler in Dialoge treten, Ideen diskutieren und gemeinsam mit Gleichaltrigen Wissen aufbauen. IBL fördert die Chancengleichheit, indem es allen Schülern, unabhängig von Hintergrund oder Fähigkeiten, die Möglichkeit bietet, aktiv am Lernprozess teilzunehmen und einen sinnvollen Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung zu leisten.

Trotz der zahlreichen Vorteile kann die Implementierung von STEM IBL mit Herausforderungen verbunden sein, darunter der Bedarf an angemessenen Ressourcen, Zeit für die Erkundung und Unterstützung für Pädagogen, die in eine unterstützende Rolle wechseln. Darüber hinaus erfordert die Gewährleistung eines gleichberechtigten Zugangs zu erkundungsbasierten Erfahrungen für alle Schüler eine sorgfältige Berücksichtigung unterschiedlicher Lernbedürfnisse und Hintergründe. Pädagogen müssen auch Unterstützung und Anleitung bieten, damit die Schüler den Erkundungsprozess effektiv bewältigen können, insbesondere für diejenigen, die möglicherweise Schwierigkeiten mit der unabhängigen Erkundung haben.

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality:

Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

Project-based learning (PBL)

Dies ist ein schülerzentrierter Lernansatz, bei dem die Schüler Wissen und Fähigkeiten erwerben, indem sie über einen längeren Zeitraum daran arbeiten, eine komplexe Frage, ein Problem oder eine Herausforderung zu untersuchen und zu beantworten. Im Gegensatz zum konventionellen Unterricht, bei dem die Schüler passiv Informationen aufnehmen, befähigt PBL die Lernenden, reale Herausforderungen durch praktische Projekte aktiv zu erkunden. Dieser Ansatz fördert nicht nur ein tiefes Verständnis von MINT-Konzepten, sondern kultiviert auch kritisches Denken, Zusammenarbeit und Problemlösungsfähigkeiten, die für den Erfolg in der heutigen, sich schnell entwickelnden Welt unerlässlich sind. Bei diesem Ansatz haben die Lernenden tendenziell mehr Autonomie über das, was sie lernen, was ihr Interesse aufrechterhält und sie motiviert, mehr Verantwortung für ihr Lernen zu übernehmen. Darüber hinaus legt PBL nahe, dass es wichtig ist, dass die Lernenden nicht nur Probleme in realen Kontexten lösen, sondern ihnen auch ermöglichen, zu sehen, wie Praktiker ähnliche Probleme lösen. Basierend auf der Arbeit von Valleria [19] umfasst PBL die folgenden Schlüsselemente für Bildungstechnologie:

- 1. Vermittlung bedeutsamer Inhalte durch Wissen und Fertigkeiten,**
- 2. erfordern kritisches Denken, Problemlösung, Zusammenarbeit und verschiedene Formen der Kommunikation,**
- 3. gründliche Untersuchungen durchführen,**
- 4. ein Bedürfnis nach Kenntnis wesentlicher Inhalte und Fähigkeiten wecken,**
- 5. kontinuierliches Feedback geben**
- 6. Lassen Sie die Studierenden ihre Abschlussprojekte einem öffentlichen Publikum präsentieren.**

Im Kern integriert STEM PBL Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik in interdisziplinäre Projekte, die authentische Aufgaben aus dem Berufsleben widerspiegeln. Ob beim Entwerfen nachhaltiger Energielösungen, beim Bau von Modellbrücken oder beim Codieren interaktiver Anwendungen – die Schüler befassen sich mit komplexen Problemen, die kreatives Denken und die Anwendung von MINT-Prinzipien erfordern. Indem sie sich in diese Projekte vertiefen, entwickeln die Lernenden ein tieferes Verständnis für die Vernetzung der MINT-Disziplinen und erwerben praktische Fähigkeiten, die in verschiedenen Bereichen anwendbar sind. Die erfolgreiche Umsetzung von STEM PBL hängt von mehreren Schlüsselementen ab:

- 1. Authentischer Kontext: Projekte sollten auf realen Szenarien basieren, damit die Studierenden die Relevanz ihres Lernens und dessen Auswirkungen auf die Gesellschaft erkennen können.**
- 2. Forschendes Lernen: Fördern Sie Neugier und Entdeckungsfreude, indem Sie offene Fragen stellen, die zum Untersuchen und Experimentieren anregen.**
- 3. Zusammenarbeit: Fördern Sie Teamarbeit und Kommunikationsfähigkeiten durch die Zuweisung von Gruppenprojekten, bei denen die Schüler Ideen entwickeln, Aufgaben delegieren und Verantwortung teilen müssen.**
- 4. Problemlösung: Betonen Sie den Prozess der Problemlösung und ermutigen Sie die Schüler, Herausforderungen zu erkennen, gemeinsam nach Lösungen zu suchen und ihre Entwürfe durch Ausprobieren zu verbessern.**
- 5. Reflexion: Geben Sie den Schülern die Möglichkeit, über ihre Lernerfahrungen nachzudenken, Verbesserungsbereiche zu erkennen und Erfolge zu feiern.**



MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality: Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

PBL bietet sowohl Schülern als auch Lehrern zahlreiche Vorteile. Projekte wecken das Interesse und die Motivation der Schüler, was zu einem tieferen Engagement und einer besseren Bewahrung von MINT-Konzepten führt. Projekte dienen als authentische Beurteilung des Verständnisses und der Fähigkeiten der Schüler und geben Einblicke in ihre Fähigkeit, Wissen in realen Kontexten anzuwenden. Über MINT-Kompetenzen hinaus fördert PBL die Entwicklung wichtiger Fähigkeiten wie kritisches Denken, Kommunikation, Zusammenarbeit und Durchhaltevermögen. Darüber hinaus bereitet PBL die Schüler durch die Simulation beruflicher Herausforderungen auf zukünftige Karrieren in MINT-Fächern vor, in denen Problemlösung und Innovation im Vordergrund stehen. Schließlich fördert PBL die Chancengleichheit, indem es allen Schülern, unabhängig von ihrem Hintergrund oder ihren Fähigkeiten, die Möglichkeit bietet, sich hervorzutun und einen sinnvollen Beitrag zu kollaborativen Projekten zu leisten.

Obwohl STEM PBL zahlreiche Vorteile bietet, kann seine Umsetzung mit Herausforderungen verbunden sein, darunter Ressourcenbeschränkungen, Zeiteinschränkungen und die Notwendigkeit einer beruflichen Weiterbildung. Darüber hinaus erfordert die Gewährleistung eines gleichberechtigten Zugangs zu PBL-Erfahrungen für alle Schüler eine sorgfältige Berücksichtigung unterschiedlicher Lernbedürfnisse und Hintergründe. Pädagogen müssen auch die dem PBL innewohnende Forschungsfreiheit mit der Notwendigkeit einer stützenden Unterstützung in Einklang bringen, um zu verhindern, dass sich die Schüler überfordert oder orientierungslos fühlen. STEM Project-Based Learning ist ein enormes Versprechen für die Umgestaltung der STEM-Ausbildung, indem es die Schüler in authentische, praktische Erfahrungen einbezieht, die kritisches Denken, Zusammenarbeit und Problemlösungsfähigkeiten fördern. Indem Pädagogen die Prinzipien der Forschung, Authentizität und Zusammenarbeit berücksichtigen, können sie die Lernenden dazu befähigen, lebenslange Problemlöser und Innovatoren zu werden, die in der Lage sind, die komplexen Herausforderungen unserer vernetzten Welt anzugehen.

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality:

Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

Problem-Based Learning

Problembasiertes Lernen (PBL) verändert das traditionelle Paradigma der Lehre, indem es reale Probleme in den Mittelpunkt des Lernerlebnisses stellt. Durch aktives Erkunden, Zusammenarbeiten und kritisches Denken lösen die Schüler komplexe Probleme, erlangen dadurch ein tieferes Verständnis von MINT-Konzepten und verfeinern wesentliche Fähigkeiten, die für den Erfolg in der modernen Welt entscheidend sind.

Im Kern fordert PBL die Schüler dazu heraus, sich mit authentischen, schlecht strukturierten Problemen auseinanderzusetzen, die denen in beruflichen Kontexten ähneln. Anstatt passiv Informationen zu erhalten, begeben sich die Lernenden auf eine Entdeckungsreise, geleitet von ihrer angeborenen Neugier und angetrieben von dem Wunsch, Lösungen zu finden. In der MINT-Ausbildung nimmt dieser Ansatz einen multidisziplinären Charakter an und integriert Prinzipien aus verschiedenen Bereichen, um vielschichtige Herausforderungen anzugehen. Ob es um die Gestaltung nachhaltiger Städte, die Untersuchung von Umweltproblemen oder die Entwicklung innovativer Technologien geht, die Schüler tauchen in bedeutsame, praktische Erfahrungen ein, die Theorie und Praxis verbinden.

Die erfolgreiche Umsetzung von PrBL im MINT-Unterricht hängt von mehreren Schlüsselementen ab:

- 1. Authentische Probleme: Stellen Sie den Schülern reale Probleme vor, die relevant und spannend sind und ihren Interessen und Erfahrungen entsprechen.**
- 2. Untersuchung und Erkundung: Ermutigen Sie die Schüler, Fragen zu stellen, Nachforschungen anzustellen und durch Experimente und Analysen mögliche Lösungen zu erkunden.**
- 3. Zusammenarbeit: Fördern Sie die Zusammenarbeit und Teamfähigkeit, indem Sie die Schüler in Gruppen organisieren, in denen sie Ideen austauschen, unterschiedliche Perspektiven nutzen und effektiv zusammenarbeiten können.**
- 4. Reflexion und Iteration: Geben Sie den Schülern die Möglichkeit, über ihren Problemlösungsprozess nachzudenken, ihre Strategien und Ergebnisse zu bewerten und ihre Lösungen auf der Grundlage von Feedback und neuen Erkenntnissen zu iterieren.**
- 5. Anwendung und Übertragung: Betonen Sie die Anwendung von MINT-Konzepten und -Fähigkeiten in praktischen Kontexten, damit die Schüler ihr Gelerntes auf neue Situationen und Herausforderungen übertragen können.**

Problembasiertes Lernen bietet sowohl Schülern als auch Lehrern im MINT-Unterricht zahlreiche Vorteile:

- 1. Tiefes Verständnis: Durch die Teilnahme an authentischen Problemlösungserfahrungen entwickeln die Schüler ein tieferes Verständnis der MINT-Konzepte und -Prinzipien, da sie theoretisches Wissen auf reale Kontexte anwenden.**
- 2. Kritisches Denken: PrBL fördert kritische Denkfähigkeiten, indem die Schüler Probleme analysieren, Beweise auswerten und logische Argumente zur Unterstützung ihrer Lösungen entwickeln.**
- 3. Zusammenarbeit und Kommunikation: Durch die gemeinsame Problemlösung verbessern die Studierenden ihre Kommunikationsfähigkeiten, lernen, effektiv im Team zu arbeiten und den Wert unterschiedlicher Perspektiven zu schätzen.**
- 4. Innovation und Kreativität: PrBL fördert Kreativität und Innovation, da die Schüler alternative Lösungen erkunden, mit neuen Ideen experimentieren und neuartige Ansätze zur Problemlösung entwickeln.**
- 5. Motivation und Engagement: Durch die Auseinandersetzung mit bedeutsamen Problemen, die ihren Interessen und Leidenschaften entsprechen, werden die Schüler motiviert, Zeit und Mühe in ihr Lernen zu investieren, was zu größerem Engagement und Durchhaltevermögen führt.**

MINT-Pädagogischer Ansatz und Augmented Reality:

Forschendes Lernen (IBL), Projektbasiertes Lernen (PBL), Problembasiertes Lernen (PrBL)

Integration von Augmented Reality

→ Forschendes Lernen (IBL) mit Augmented Reality

Beim forschenden Lernen geht es darum, dass die Schüler Fragen, Probleme oder Szenarien untersuchen, um ihr Verständnis von Konzepten zu vertiefen. Augmented Reality erweitert das forschende Lernen, indem es den Schülern immersive Umgebungen bietet, in denen sie Hypothesen aufstellen, Experimente durchführen und Daten in dynamischen Simulationen analysieren können. Im Physikunterricht können die Schüler beispielsweise AR verwenden, um Gravitationskräfte oder elektromagnetische Felder zu visualisieren und so Phänomene zu experimentieren und zu beobachten, die ihnen sonst nicht zugänglich wären.

→ Projektbasiertes Lernen (PBL) mit Augmented Reality

Beim projektbasierten Lernen werden die Schüler in reale Projekte eingebunden, bei denen sie interdisziplinäres Wissen und Fähigkeiten anwenden müssen, um echte Probleme zu lösen. Augmented Reality verbessert PBL, indem es den Schülern ermöglicht, Lösungen in virtuellen Umgebungen zu entwerfen und Prototypen zu erstellen, bevor sie diese in der realen Welt umsetzen. Beispielsweise können Schüler, die mit der Gestaltung nachhaltiger Architektur beauftragt sind, AR verwenden, um Gebäudestrukturen zu simulieren, Umweltauswirkungen zu bewerten und Entwürfe gemeinsam zu iterieren, was Innovation und praktische Problemlösungsfähigkeiten fördert.

→ Problembasiertes Lernen (PrBL) mit Augmented Reality

Problembasiertes Lernen stellt Schüler vor komplexe, schlecht strukturierte Probleme, die kritisches Denken, Analyse und Informationssynthese erfordern. Augmented Reality ergänzt PrBL, indem es Schülern kontextualisierte Szenarien bietet, in denen sie vielschichtige Probleme aus verschiedenen Perspektiven untersuchen können. Beispielsweise können Schüler im Biologieunterricht mithilfe von AR ökologische Herausforderungen wie Lebensraumverlust oder Artensterben untersuchen und dazu aufgefordert werden, Lösungen vorzuschlagen, die auf wissenschaftlichen Prinzipien und ethischen Überlegungen beruhen. Die Einbindung von Augmented Reality in den MINT-Unterricht eröffnet unzählige Möglichkeiten, pädagogische Praktiken zu bereichern und Schüler zu aktiven Teilnehmern ihres Lernprozesses zu machen. Durch die Synergie von AR-Technologie mit Ansätzen des forschenden, projektbasierten und problembasierten Lernens können Pädagogen eine Generation von MINT-Enthusiasten heranbilden, die mit dem Wissen, den Fähigkeiten und der Denkweise ausgestattet sind, um die Komplexität der Zukunft mit Zuversicht und Einfallsreichtum anzugehen.

How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education?

Zahlreiche Studien haben die Trends, Vorteile, Chancen, Herausforderungen und Auswirkungen der AR-Technologie auf die Bildung identifiziert. Die meisten der bisherigen Studien haben es jedoch versäumt, die pädagogischen Ansätze zu analysieren, und dabei irgendwie ignoriert, dass der Erfolg einer Intervention nicht nur von den technischen Eigenschaften der Technologie abhängt, sondern auch von den pädagogischen Strategien zu ihrer Umsetzung. Eine aktuelle Studie hat im Lichte der Lerntheorien ermittelt, wie sich pädagogische Ansätze auf die Auswirkungen von AR auf die Bildung auswirken. Bei der Analyse der Lernergebnisse der Schüler bei AR-Interventionen wurde die größte Wirkung erzielt, wenn bei den Interventionen ein kollaborativer pädagogischer Ansatz verwendet wurde. Der pädagogische Ansatz bezieht sich auf die Methode, mit der Lehrer das Wissen vermitteln, sodass die Schüler am Lernprozess teilnehmen. Das Fehlen formaler pädagogischer Ansätze bei der Anwendung von AR auf Lernaktivitäten neigt dazu, Schüler zu verwirren und zu frustrieren.



Die MINT-Pädagogik Ansatz derzeit umgesetzt in der Konsortiumsländer

Der MINT-pädagogische Ansatz derzeit in Deutschland umgesetzt

Deutschland verfügt über einen gut entwickelten MINT-Bildungsmechanismus, dessen repräsentativster die MINT-Bildungskette ist, das Herzstück der MINT-Bildung in Deutschland. Es handelt sich um ein Bildungsökosystem, an dem Schüler, Lehrer, Schulen und die Gesellschaft effektiv teilnehmen und einen positiven Kreislauf erreichen können (Boshan, 2019). Deutschland ist seit langem für sein gut entwickeltes professionelles Lehrsystem bekannt, dessen Hauptziel die Ausbildung von MINT-Personal ist. Daher ist es wichtig, sich auf seinen Ansatz für den MINT-Unterricht zu konzentrieren. Der MINT-Unterricht in Deutschland wird als MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) bezeichnet. Deutschland hat eine Reihe politischer Initiativen umgesetzt, um den Erfolg des MINT-Unterrichts sicherzustellen. Es hat auch mutige Veränderungen in der Talententwicklung vorgenommen, indem es experimentelle Projekte außerhalb und auf dem Campus in den Lehrplan aufgenommen und diese auf vergleichbare Weise evaluiert und beurteilt hat (Li, 2022).

Der primäre MINT-pädagogische Ansatz in Deutschland konzentrierte sich zunächst auf traditionelle Lehrmethoden und betonte theoretisches Wissen gegenüber praktischer Anwendung. Im Laufe der Zeit gab es eine Verschiebung hin zu interaktiveren und schülerzentrierteren Methoden, bei denen reale Probleme integriert wurden, um Engagement und Verständnis zu verbessern. Derzeit steht das forschende Lernen im Vordergrund, das praktische Experimente und kollaboratives Problemlösen fördert. Dieser Ansatz zielt darauf ab, Schüler mit

kritisches Denken und innovative Fähigkeiten, die für die Zukunft notwendig sind. Um tiefer in den MINT-pädagogischen Ansatz in Deutschland einzutauchen, der sich auf forschendes Lernen konzentriert, wie es von der Siemens Stiftung beschrieben wird, ist es entscheidend, seine Kernprinzipien und Methoden zu verstehen. Dieser Ansatz priorisiert die aktive Beteiligung der Schüler durch Experimente und ermutigt die Lernenden, reale Probleme zu untersuchen und Lösungen aus wissenschaftlicher Sicht zu suchen. Der Schwerpunkt liegt auf der Integration des Vorwissens und der Erfahrungen der Schüler, wodurch das Lernen persönlich relevant und tiefgreifend wirkt. Darüber hinaus ist die Zusammenarbeit zwischen Pädagogen und Schülern von entscheidender Bedeutung, um eine ko-konstruktive Lernumgebung zu fördern, in der Ideen frei erforscht und bewertet werden können. Diese pädagogische Strategie verbessert nicht nur das Verständnis der MINT-Fächer, sondern fördert auch kritisches Denken, Kreativität und die Fähigkeit, Wissen in praktischen Kontexten anzuwenden, und bereitet die Schüler auf zukünftige Herausforderungen in einer sich schnell entwickelnden Welt vor. Für ein umfassendes Verständnis und Beispiele für die Umsetzung bietet die Website der Siemens Stiftung wertvolle Einblicke (Siemens Stiftung).

Die Phasen des Lernens, © Siemens Stiftung .

Der derzeit in Deutschland umgesetzte MINT- Pädagogikansatz

Italien macht bedeutende Fortschritte in der modernen Bildung, insbesondere in den Bereichen Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik (STEM). Mit innovativen pädagogischen Ansätzen gestalten italienische Pädagogen die Landschaft der STEM-Ausbildung neu, um Schülern die Fähigkeiten und Kenntnisse zu vermitteln, die für den Erfolg im 21. Jahrhundert erforderlich sind. Wir präsentieren und diskutieren hier den aktuellen STEM-pädagogischen Ansatz, der in Italien umgesetzt wird, und heben wichtige Initiativen, Strategien und Ergebnisse hervor, die die Bildungslandschaft prägen.

Die MINT-Ausbildung in Italien zeichnet sich durch einen ganzheitlichen Ansatz aus, der wissenschaftliche Prinzipien, technologische Fortschritte, Ingenieurspraktiken und mathematisches Denken integriert. Während das traditionelle italienische Bildungssystem lange Zeit theoretisches Wissen betonte, legen die jüngsten Reformen den Schwerpunkt auf praktische Lernerfahrungen, Problemlösungsfähigkeiten und interdisziplinäre Zusammenarbeit. Das übergeordnete Ziel besteht darin, eine Generation kritischer Denker, Innovatoren und Problemlöser heranzubilden, die in der Lage sind, komplexe Herausforderungen in einer zunehmend globalisierten Welt anzugehen.

Der MINT-pädagogische Ansatz in Italien umfasst mehrere Schlüsselemente:

1. **Interdisziplinarität:** MINT-Fächer sind miteinander verbunden und der Lehrplan betont die Integration disziplinären Wissens zur Lösung realer Probleme. Dieser interdisziplinäre Ansatz fördert ein ganzheitliches Verständnis von MINT-Konzepten und deren Anwendung in verschiedenen Kontexten.
2. **Aktives Lernen:** Projektbasiertes Lernen ist ein Eckpfeiler der MINT-Ausbildung in Italien. Dabei beteiligen sich die Schüler an praktischen Projekten, die kritisches Denken, Zusammenarbeit und Kreativität erfordern. Durch die Auseinandersetzung mit authentischen Problemen entwickeln die Schüler praktische Fähigkeiten und erlangen ein tieferes Verständnis der MINT-Prinzipien. Forschendes Lernen ermutigt die Schüler, Fragen zu stellen, Phänomene zu erforschen und durch Untersuchung und Experimentieren Wissen aufzubauen. In Italien ist IBL in den MINT-Lehrplan integriert, um Neugier, Problemlösungsfähigkeiten und eine wissenschaftliche Denkweise zu fördern.
3. **Technologieintegration:** Technologie spielt eine zentrale Rolle in der MINT-Ausbildung, da sie Schülern den Zugriff auf umfangreiche Ressourcen, die Simulation von Experimenten und die Teilnahme an virtuellen Lernerfahrungen ermöglicht. Von Codierung und Robotik bis hin zu Datenanalyse und digitaler Modellierung verbessert die Technologieintegration die MINT-Lernmöglichkeiten in Italien.
4. **Berufliche Weiterbildung der Lehrer:** Eine kontinuierliche berufliche Weiterbildung ist für Pädagogen unerlässlich, um den MINT-pädagogischen Ansatz effektiv umzusetzen. In Italien konzentrieren sich Lehrerausbildungsprogramme auf pädagogische Strategien, Lehrplangestaltung und den Einsatz von Bildungstechnologien zur Unterstützung des MINT-Unterrichts.

In den letzten Jahren hat Italien mehrere Initiativen und Kooperationen gestartet, um MINT-Bildung und Innovation zu fördern. Partnerschaften zwischen Schulen, Universitäten und Interessenvertretern aus der Industrie bieten Schülern beispielsweise die Möglichkeit, praktische Erfahrungen zu sammeln, Mentoring zu erhalten und Praktika zu absolvieren. Darüber hinaus werden Schüler durch MINT-Wettbewerbe, Workshops und außerschulische Aktivitäten in MINT-bezogene Bereiche eingebunden und ermutigt, eine Karriere in diesen Disziplinen anzustreben. Herausforderungen wie Ressourcenbeschränkungen, Lehrplananpassung und gleichberechtigter Zugang zur MINT-Bildung bestehen weiterhin. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, sind nachhaltige Anstrengungen von politischen Entscheidungsträgern, Pädagogen und Interessenvertretern erforderlich, um sicherzustellen, dass alle Schüler Zugang zu hochwertigen MINT-Lernerfahrungen haben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Italien bei der Innovation im MINT-Bildungsbereich führend ist und einen pädagogischen Ansatz verfolgt, der auf interdisziplinäre Integration, projektbasiertes Lernen, forschendes Lernen, Technologieintegration und die berufliche Weiterentwicklung von Lehrkräften setzt. Indem sie eine Generation kritischer Denker, Problemlöser und Innovatoren heranbilden, sind Italiens MINT-Bildungsinitiativen bestens aufgestellt, die Zukunft der Bildung zu gestalten und Schüler zu befähigen, in einer zunehmend komplexen und vernetzten Welt erfolgreich zu sein.

Der derzeit in den Konsortialländern umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz

Der derzeit in Griechenland umgesetzte STEM-pädagogische Ansatz

Derzeit wird in Griechenland kein spezieller MINT-pädagogischer Ansatz umgesetzt, jedoch gibt es eine solche Richtung in den unabhängigen MINT-Bildungsprogrammen, die in der Grundschule und Sekundarstufe umgesetzt werden. Daher startete das griechische Ministerium für Bildung, religiöse Angelegenheiten und Sport von 2010 bis 2015 eine umfassende nationale Initiative namens „Digitale Schule“, die auf die Modernisierung der Schulbildung in Griechenland abzielte. Diese Initiative umfasste verschiedene Maßnahmen, die in fünf Schlüsselbereiche unterteilt waren: Verbesserung der Infrastruktur, Entwicklung digitaler Bildungsinhalte, Schulungsprogramme für Lehrer, Implementierung elektronischer Bildungsmanagementsysteme und zusätzliche Unterstützungsmaßnahmen. „Digitale Schule“ war ein wesentlicher Bestandteil des umfassenderen Rahmenprogramms „Neue Schule“, das 2010 eingeführt wurde. Innerhalb des Rahmenprogramms „Neue Schule“ wurde die MINT-Bildung als Hauptschwerpunktbereich identifiziert. Die „Digitale Schulplattform, interaktive Bücher und Lernobjekt-Repository“ (2010-2015) stellt ein zentrales Projekt innerhalb der Initiative „Digitale Schule“ dar, das darauf abzielt, digitale Bildungsinhalte für Schulen bereitzustellen. Diese Initiative wurde von CTI, dem nationalen SCIENTIX-Kontaktpunkt (NCP) in Griechenland, geleitet und hat zur Erstellung erweiterter Materialien geführt, die den Schwerpunkt auf Kodierung, Problemlösungstechniken und logisches Denken legen. Darüber hinaus wurden im Rahmen der nationalen Initiative „Digital School“ (dschool.edu.gr) Tausende digitaler interaktiver Lernressourcen und Lernszenarien für verschiedene Fächer entwickelt, darunter Physik, Mathematik, Chemie, Biologie, Geographie, Umweltbildung, Technologie und Informatik. Diese Ressourcen sind frei zugänglich über das nationale Lernobjekt-Repository „Photodentro“ und den nationalen Aggregator für Bildungsinhalte, der eingerichtet wurde, um die fächerübergreifende und interdisziplinäre Suche nach digitalen Ressourcen mithilfe thematischer Taxonomien und Lernansätze zu erleichtern. Die meisten dieser Ressourcen befürworten forschendes Lernen, problembasiertes Lernen, Konstruktivismus und erfahrungsbasiertes Lernen. Darüber hinaus wurde eine Online-Plattform namens ΑΙΣΩΠΙΟΣ (aesop.iep.edu.gr) erstellt, um die Entwicklung und Erstellung innovativer Szenarien unter Verwendung digitaler Ressourcen und webbasierter Materialien zu unterstützen. Bei naturwissenschaftlichen Fächern wird im Erstellungsprozess ein erkundungsbasiertes Modell eingesetzt, das die Organisation von Zielen, die Anwendung didaktischer Ansätze und die Strukturierung von Szenarien in Umsetzungsphasen umfasst – alles basierend auf einem spezifischen Entwicklungsansatz.

In Griechenland konzentriert sich das laufende Programm „B-Level ICT Teacher Training“ als Teil des Programms zur beruflichen Weiterbildung von Lehrern darauf, Pädagogen in der Gestaltung von Bildungsaktivitäten unter Verwendung digitaler Medien und Ressourcen zu unterweisen. Diese Schulung ist speziell auf berufstätige Lehrer zugeschnitten, die sich auf MINT-Fächer und Grundschulbildung spezialisiert haben. Der Lehrplan dieses Programms legt den Schwerpunkt auf erkundungs- und problembasierte Lehr- und Lernmethoden und legt großen Wert auf digitale Labore in MINT-Bereichen. Der Kurs erhält erhebliche Unterstützung durch Photodentro-Lernressourcen, darunter Lernobjekte, Szenarien, Bildungssoftware und offene Bildungspraktiken sowie interaktive Lehrbücher. Lernszenarien, die von Lehrern und Trainern während des B-Level-Kurses erstellt wurden, sind über das IFIGENEIA-Portal zugänglich. Derzeit haben etwa mehr als 25 % der berufstätigen Lehrer an dem Kurs teilgenommen. Das Programm besteht aus 96 Stunden Theorie und Praxis, die in 3-stündigen Sitzungen vermittelt werden, sowie einer 3-stündigen Prüfung, bei der die Lehrer ein eigenes Szenario zu einem bestimmten Thema entwickeln müssen. Die Verwaltung des Programms liegt in der Verantwortung des Computer Technology Institute and Press (CTI) „Diophantus“.

Der derzeit in den Konsortialländern umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz

Als offizieller Vorschlag des Staates für MINT-Bildung wählte das griechische Ministerium für Bildung und religiöse Angelegenheiten 2018 eine Reihe von Schulen aller Stufen im ganzen Land aus, die auf diese neue Bildung ausgerichtet werden sollen. Darüber hinaus richtete das Institut für Bildungspolitik (IEP) des Ministeriums für Bildung und Kultur eine spezielle Einheit ein. Das Institut für Wissenschaft, Technologie, Mathematik, Technik und Kunst (STEM/STEAM) gibt Stellungnahmen zu allen Fragen ab, die seine Wissensgebiete für die Grund- und Sekundarschulbildung betreffen.

Im Jahr 2020 wurde durch einen Beschluss des Ministers für Bildung und religiöse Angelegenheiten eine Aktion mit dem Titel „Kompetenz-Workshops“ auf Pilotbasis in der Grundschule und Sekundarstufe eingeführt, die darin besteht, versuchsweise neue thematische Zyklen in den Kindergarten und in den obligatorischen Stundenplan der Grundschule und Sekundarschule aufzunehmen, um die Entwicklung von Soft Skills, Lebenskompetenzen und technischen und wissenschaftlichen Kompetenzen bei den Schülern zu stärken. Ein ähnlicher Beschluss bestimmt die Dauer der Pilotaktion, die Anzahl, Dauer und den Inhalt der neuen thematischen Zyklen und der einzelnen thematischen Einheiten jedes von ihnen, die Anzahl und geografische Verteilung der Schuleinheiten, in denen die Pilotaktion eingeführt wird, den in diesen Einheiten anzuwendenden Stundenplan, die Spezialisierungen der für den Unterricht der neuen thematischen Zyklen und Einheiten zugewiesenen Lehrer, die Art und Weise, wie die Schüler bewertet werden, und alle anderen Fragen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Pilotaktion. Die „Skills Workshops“ sind in vier Skill-Zyklen unterteilt, einer davon heißt „Kreieren und Innovieren – Kreatives Denken und Initiative“ und umfasst MINT/Bildungsrobotik, Unternehmertum – Berufsbildung – Kennenlernen von Berufen, praktische Workshops. Die Ausrichtung der Programme wurde auf der Grundlage der sogenannten Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts definiert: Lebenskompetenzen, Soft Skills und Technologie- und Wissenschaftskompetenzen. Beispiele für moderne Fähigkeiten sind kritisches Denken, Kreativität, Kooperation, Zusammenarbeit, Kommunikation, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, Initiative, Organisationsfähigkeit, Empathie und soziale Fähigkeiten, Problemlösung, digitale und technologische Kompetenz. „Skills Workshops“ wurden für ihren Beitrag zur globalen Bürgerbildung vom Bildungsnetzwerk GENE: Global Education Network in Europe ausgezeichnet und erhielten als herausragende Innovation ein „Certificate of National Recognition for Quality in Global Education“.

Darüber hinaus haben im Laufe der Jahre viele verschiedene Bildungseinrichtungen die Genehmigung des Ministeriums für Bildung, Religion und Sport erhalten, MINT-bezogene Bildungsprogramme sowohl in der Grundschule als auch in der Sekundarstufe umzusetzen. Ein Beispiel ist die „FIRST® LEGO® League“, ein Programm, das seit 2014 vom Ministerium für Bildung, Religion und Sport (F15/133790/D2) genehmigt ist und Kindern im Alter von 4 bis 16 Jahren MINT durch unterhaltsames, spannendes und praxisnahes Lernen näherbringt. Die Teilnehmer sammeln Erfahrungen im Lösen realer Probleme durch ein angeleitetes, globales, auf Roboterprojekten basierendes Lernprogramm, das den Schülern und Pädagogen von heute hilft, gemeinsam eine bessere Zukunft aufzubauen. Dieses Bildungsprogramm inspiriert junge Menschen zum Experimentieren und entwickelt ihre Fähigkeiten in den Bereichen kritisches Denken, Codierung und Design durch praxisnahes MINT- und Robotiklernen. Es ist eine Partnerschaft zwischen der gemeinnützigen Organisation FIRST® (For Inspiration and Recognition of Science and Technology) und der LEGO®-Bildungsabteilung und wird seit 1998 jährlich in mehr als 110 Ländern weltweit abgehalten. In Griechenland wird es von der Bildungsorganisation Eduact umgesetzt. Nach der erfolgreichen Pilotumsetzung in den Skills Labs in den Jahren 2020–2021 wurde die Ausweitung des Robotics & STEAM FLL-Programms auf die Schulen des Gebiets ab dem Schuljahr 2021–2022 genehmigt. Ein weiteres Beispiel ist der Wettbewerb „F1 in Schools“, der von groß angelegten europäischen Initiativen wie der politischen Unterstützungsaktion INSPIRING SCIENCE EDUCATION (www.inspiringscience.eu) unterstützt wird.

Diese Initiative (<http://www.f1inschools.gr/>) bietet eine Möglichkeit zum Lernen MINT-bezogene Fächer auf so spannende Weise, dass großartige Ergebnisse erzielt werden und die Zahl der Studenten steigt, die eine Karriere im Ingenieurwesen anstreben. Der Wettbewerb wird seit 2011 organisiert. Ein kürzlich genehmigtes Programm war der „VR-Lernworkshop“, der sich an Schüler der Grundschule und Sekundarstufe richtet. Er wurde für alle Schuleinheiten des Landes erstmals für das Schuljahr 2022–2023 genehmigt und auch für das Schuljahr 2023–2024 verlängert.

Der derzeit in Litauen umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz

In Litauen wird hauptsächlich projektbasiertes Lernen (PBL) als MINT-Ansatz umgesetzt. Projektbasiertes Lernen (PBL) ist ein schülerzentrierter Bildungsansatz, der die Entwicklung von kritischem Denken, Problemlösungs- und Zusammenarbeitsfähigkeiten durch die Durchführung komplexer, realer Projekte betont. In dieser Analyse untersuchen wir die Umsetzung von PBL im litauischen Bildungssystem und konzentrieren uns dabei auf seine einzigartigen Aspekte und Vorteile.

PBL ist eine Lehrmethode, die Schüler in den Prozess des Wissens- und Kompetenzerwerbs einbezieht, indem sie an Projekten arbeiten, die reale Szenarien simulieren. Diese Projekte sind in der Regel komplex und anspruchsvoll und erfordern von den Schülern, dass sie zusammenarbeiten, um Problemlösungen zu finden. Bei PBL geht es nicht nur darum, ein Projekt abzuschließen; es ist ein Prozess, der kritisches Denken, Problemlösungs- und Zusammenarbeitsfähigkeiten fördert.

Projektbasiertes Lernen (PBL) wird in Litauen durch eine Kombination aus traditionellen Projektaktivitäten und kontinuierlichen Projekten umgesetzt. Bei traditionellen Projektaktivitäten wählen die Schüler ein Thema, formulieren die Idee und entwickeln in einem Team unter Aufsicht von Dozenten ein Projekt. Das Projekt wird von Lehrern aus verschiedenen Disziplinen bewertet und die Schüler werden von ihren Mitschülern beurteilt. Das Projekt ist auf drei Monate angelegt, wobei die Schüler Wissen und Fähigkeiten aus verschiedenen Fächern integrieren, in einem Team arbeiten und Praxiserfahrung sammeln.

Bei fortlaufenden Projekten führen die Studierenden dasselbe Projekt in verschiedenen Phasen während des gesamten Studienjahres durch. Jede Phase ist mit den Lernthemen verknüpft, die das Projekt ergänzt. Im Studiengang E-Business haben die Studierenden beispielsweise die Möglichkeit, ein Projekt zu entwickeln, aus dem nach ihrem Abschluss ein funktionierendes Unternehmen entsteht.

Die Umsetzung von PBL in Litauen wird von der Europäischen Kommission unterstützt. Ziel ist es, digitales Lehren und Lernen mit projektbasiertem Lernen zu kombinieren, das in einem internationalen Kontext angewendet wird. Diese Initiative konzentriert sich auf Problemlösung und Lösungssuche und bietet den Schülern einen umfassenden Lernpfad, der transdisziplinäre Ansätze und innovative aktive Pädagogik integriert.

Der derzeit in Estland umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz

Im Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium (TKVG) wird zunehmend Wert darauf gelegt, die STEAM-Pädagogik in den Bildungsrahmen zu integrieren, obwohl Estland auf nationaler Ebene keinen spezifischen STEAM-Pädagogikansatz hat. Stattdessen gibt es einen bemerkenswerten Trend zur Umsetzung unabhängiger STEAM-Bildungsprogramme sowohl in Grund- als auch in weiterführenden Bildungseinrichtungen im ganzen Land. Die Technische Universität Tallinn (TTÜ) und die Universität Tallinn (TLU) sind die wichtigsten Anbieter von Kursen, die speziell auf Lehrer zugeschnitten sind, die den STEAM-Ansatz in ihre Pädagogik integrieren möchten. Durch diese Kurse erhalten Pädagogen wertvolle Einblicke in die Gestaltung interdisziplinärer Lehrpläne, die Förderung praktischer Lernerfahrungen und die Nutzung von Technologie zur Verbesserung des Unterrichts in MINT- und Kunstdisziplinen. Das Engagement der TTÜ und der TLU, Lehrer mit den erforderlichen Werkzeugen und Strategien auszustatten, unterstreicht die Bedeutung der STEAM-Bildung bei der Vorbereitung der Schüler auf zukünftigen Erfolg in verschiedenen Bereichen. Daher spielt die TTÜ eine zentrale Rolle bei der Gestaltung der Bildungslandschaft und der Weiterentwicklung der STEAM-Pädagogik in Estland.

In TKVG nimmt projektbasiertes Lernen (PBL) in der Grundschule und weiterführenden Schule (1. bis 4. Klasse) eine zentrale Stellung ein und fördert eine dynamische und ansprechende Lernumgebung für die Schüler. PBL zeichnet sich durch seinen Schwerpunkt auf praxisorientierte, erkundungsorientierte Projekte aus, die es den Schülern ermöglichen, reale Probleme zu untersuchen und kritisches Denken, Zusammenarbeit und Problemlösungsfähigkeiten zu entwickeln. Bei TKVG ist PBL in den Lehrplan verschiedener Fächer integriert, sodass die Schüler tief in interessante Themen eintauchen und gleichzeitig die Lehrplanstandards einhalten können. In der Grundschule und weiterführenden Schule von TKVG werden PBL-Initiativen sorgfältig konzipiert, um den Bildungszielen der Schule und den Interessen der Schüler zu entsprechen. Lehrer spielen eine entscheidende Rolle bei der Anleitung und Erleichterung des PBL-Prozesses, indem sie Unterstützung und Unterstützung bieten, während die Schüler die Projektphasen durchlaufen. PBL-Projekte beginnen oft mit einer offenen Frage oder Problemstellung, die die Neugier und den Wissensdrang der Schüler weckt. Während des gesamten Projekts beschäftigen sich die Schüler mit Forschung, Experimenten und Zusammenarbeit und wenden Wissen und Fähigkeiten aus verschiedenen Themenbereichen an, um authentische Probleme zu lösen. Ein PBL-Projekt zur ökologischen Nachhaltigkeit könnte beispielsweise die Erforschung lokaler Ökosysteme, die Durchführung von Experimenten zur Messung des Verschmutzungsgrades und die Entwicklung von Lösungen zur Abfallreduzierung beinhalten.

Eine der wichtigsten Stärken von PBL bei TKVG ist seine Fähigkeit, interdisziplinäres Lernen zu fördern. Durch die Integration mehrerer Fachbereiche in ein einziges Projekt erlangen die Schüler ein ganzheitliches Verständnis komplexer Themen und entwickeln Verbindungen zwischen verschiedenen Wissensbereichen. Beispielsweise könnte ein PBL-Projekt über alte Zivilisationen Elemente aus Geschichte, Geographie, Kunst und Literatur beinhalten, sodass die Schüler den kulturellen und historischen Kontext alter Gesellschaften erkunden können.

Bei TKVG legt PBL auch Wert auf die Entwicklung wichtiger Fähigkeiten wie Kommunikation, Zusammenarbeit und Problemlösung. Die Schüler arbeiten in Teams, um ihre Projekte zu planen und durchzuführen, und lernen dabei, effektiv zu kommunizieren, Aufgaben zu delegieren und Konflikte zu lösen. Durch praktische Erkundung und Experimente entwickeln die Schüler Vertrauen in ihre Fähigkeiten und ein tieferes Verständnis des Themas.

Bei TKVG widmen wir uns innovativen Bildungsansätzen, darunter der Integration von Robotik und Mathematik, die wir als „Robomathematik“ bezeichnen. Robomathematik ist ein dynamischer Bildungsrahmen, der die Prinzipien der Robotik mit mathematischen Konzepten kombiniert und den Schülern eine einzigartige und praktische Lernerfahrung bietet. Bei Robomathematik beteiligen sich die Schüler an interaktiven Aktivitäten, die theoretische mathematische Konzepte mit praktischen Anwendungen in der Robotik verbinden. Diese Integration ermöglicht es den Schülern, ihr Verständnis mathematischer Prinzipien zu vertiefen und gleichzeitig ihre Fähigkeiten zur Problemlösung, zum kritischen Denken und ihre technischen Fähigkeiten zu entwickeln.

Der derzeit in den Konsortialländern umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz

Wir bei TKVG glauben, dass Robomathematik nicht nur die mathematischen Fähigkeiten der Schüler verbessert, sondern auch Kreativität, Zusammenarbeit und Innovation fördert. Durch die Erforschung der Schnittstelle zwischen Robotik und Mathematik werden die Schüler mit den Fähigkeiten und Kenntnissen ausgestattet, die sie benötigen, um in einer zunehmend technologiegetriebenen Welt erfolgreich zu sein. Mit unserem Robomathematik-Programm möchten wir Neugier wecken, eine Leidenschaft für das Lernen fördern und die Schüler dazu befähigen, sowohl in Mathematik als auch in Robotik selbstbewusst und kompetent zu werden.

Desmos und GeoGebra werden häufig als digitale Tools verwendet, die die STEAM-Bildungserfahrung an weiterführenden Schulen in Estland erheblich bereichern. Beide Plattformen bieten interaktive Möglichkeiten zur Erforschung mathematischer Konzepte und ihr Nutzen geht über die Mathematik hinaus und umfasst Elemente aus Technologie, Ingenieurwesen und Kunst.

Litauen führt derzeit ein Projekt zur Einrichtung von 10 STEAM-Zentren durch, das darauf abzielt, das Interesse der Schüler an den von ihnen entwickelten Naturwissenschaften zu wecken, ihre praktischen Fähigkeiten, Kreativität und Initiative zu verbessern sowie die für eine erfolgreiche Berufslaufbahn erforderlichen unternehmerischen und Führungskompetenzen zu steigern. STEAM-Zentren werden die Schüler dazu ermutigen, sich gezielter für Naturwissenschaften und exakte Wissenschaften zu interessieren und sich für ein Studium in diesen Bereichen zu entscheiden. STEAM-Zentren werden auch Lehrer einladen, sich aktiv zu engagieren und so ihre Qualifikationen zu verbessern. Nach dem Prinzip des offenen Zugangs können Lehrer in Zusammenarbeit mit Forschern die Anpassung der wissenschaftlichen Infrastruktur an den Bildungsprozess planen. Die ersten 7 regionalen Zentren sind bereits geöffnet, und drei methodische Zentren werden in naher Zukunft eröffnet.

In Litauen wird PBL hauptsächlich an Hochschulen wie dem Vilnius Business College durchgeführt. Hier wird PBL unter anderem zur Lehre von Betriebswirtschaft und Marketing eingesetzt. Die Projekte sind auf langfristige Projekte ausgelegt. Die Studierenden arbeiten in Teams an der Entwicklung von Geschäftsideen, gewinnen echte Unternehmen als Kunden und lernen, wie man im Team arbeitet und Change Management in der Wirtschaft erlebt. Die Projekte werden von Dozenten betreut, die während des gesamten Prozesses Anleitung und Unterstützung bieten. Darüber hinaus setzt die Technische Universität Kaunas PBL auch in mehreren Modulen ein. Im Modul Physik beispielsweise bearbeiten die Studierenden pro Semester 4 Projekte, die jeweils 1 Monat dauern. Jede Woche des Monats ist einer bestimmten Projektaufgabe gewidmet, beispielsweise: Analyse der Aufgabe, Klärung der Idee und Verteilung der Arbeit, Durchführung des Experiments, Entwicklung der Berechnungen, Vorbereitung des Berichts und der Präsentation. Die Projekte werden auch von Dozenten und Professoren betreut, die während des gesamten Prozesses Anleitung und Unterstützung bieten.

PBL bietet mehrere Vorteile, darunter die Entwicklung von kritischem Denken, Problemlösungs- und Teamfähigkeit sowie die Möglichkeit für Schüler, reale Geschäftsszenarien zu erleben. Es bringt jedoch auch Herausforderungen mit sich, wie den Umgang mit der Unsicherheit und Komplexität von Projekten sowie die Notwendigkeit für Lehrer, sich an eine unterstützendere Rolle anzupassen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass PBL ein wertvoller Bildungsansatz ist, der im litauischen Bildungssystem, insbesondere an Hochschulen, effektiv umgesetzt wird. Es bietet den Studierenden die Möglichkeit, kritisches Denken, Problemlösungs- und Kooperationsfähigkeiten zu entwickeln und gleichzeitig reale Geschäftsszenarien kennenzulernen. Trotz der Herausforderungen ist PBL eine lohnende Erfahrung für die Studierenden, da es sie auf die Welt außerhalb des Klassenzimmers vorbereitet.



Der derzeit in den Konsortialländern umgesetzte MINT-pädagogische Ansatz



In TKVG wird Desmos als Mathematikvisualisierung verwendet, die es Schülern ermöglicht, mathematische Konzepte von der grundlegenden Algebra bis hin zur komplexen Analysis zu visualisieren und mit ihnen zu interagieren. Dieser interaktive Ansatz hilft, abstrakte Konzepte zu entmystifizieren und macht Mathematik zugänglicher und spannender. Im naturwissenschaftlichen Unterricht wird Desmos verwendet, um Daten aus Experimenten darzustellen, wissenschaftliche Phänomene zu modellieren oder Gleichungen aus Physik oder Chemie zu simulieren, wodurch die mathematischen Aspekte der Naturwissenschaften greifbar werden. Im Technologieunterricht erfordert Desmos von den Schülern, algorithmisch zu denken, während sie Diagramme und Animationen erstellen, und legt so Grundkenntnisse für das spätere Programmierenlernen.

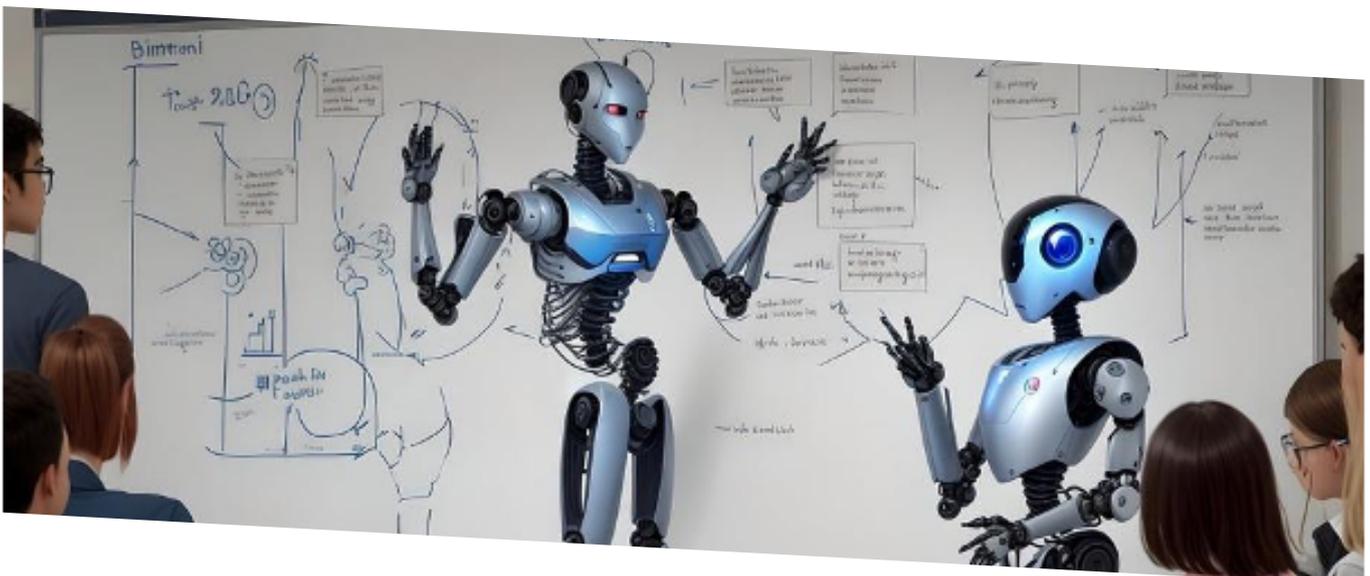
GeoGebra ist auch für die Bildung wichtig und wird für Bildungszwecke in TKVG verwendet. GeoGebra zeichnet sich durch dynamische Geometrie-Tools aus, mit denen Schüler geometrische Figuren konstruieren und bearbeiten können. Dieser praktische Ansatz ist von unschätzbarem Wert, um geometrische Prinzipien und Theoreme auf intuitivere und ansprechendere Weise zu verstehen. GeoGebra wird für eine breite Palette von MINT-Anwendungen verwendet, von der Erforschung von Infinitesimalrechnung und Algebra bis hin zu Physiksimulationen. Seine Vielseitigkeit macht es zu einem hervorragenden Tool für die Integration verschiedener MINT-Fächer. GeoGebra ist ein nützliches Tool für Gemeinschaftsprojekte, das die Teamarbeit und Kommunikationsfähigkeiten der Schüler bei der Arbeit an gemeinsamen Projekten fördert.



Einführung

Der Fokus auf das Lernen der Schüler während der Bildung des 21. Jahrhunderts muss darauf ausgerichtet sein, zukünftige Bürger mit Fähigkeiten in den Bereichen Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik (STEM) hervorzubringen, die mit anspruchsvollen, komplexen Lebenspraktiken umgehen können. Diese Fähigkeiten sollten am besten während der gesamten Ausbildung entwickelt werden, beginnend in der Grundschule (Prinsley & Johnston, 2015). Das Konzept eines Ökosystems aus sozialen Netzwerken von Gleichaltrigen, Pädagogen, Freunden und Familien zur Unterstützung von Lernkontexten in der Schule und außerhalb der Schule bietet vielversprechende Möglichkeiten, dies für Lehrer und Schüler zu entwickeln und geeignete gesellschaftliche Kontexte für die Anbindung an Bildungspraktiken zu finden (NRC, 2015). Ein früher Fokus mit geeigneten Erfahrungen, die mit realen Umgebungen und dem Konzept des Ökosystems verbunden sind, kann Innovationen im MINT-Bereich beeinflussen und fördern. Interdisziplinäre, integrierte und mit den realen Ansätzen der Schulerfahrung verbundene Ansätze sind eine Möglichkeit, sich auf MINT-Bildung zu konzentrieren und Einblicke in Innovationen für neue Lebenspraktiken für alle zu geben. Schulen und zukünftige Lehrer müssen junge Menschen mit einer neuen Vision dieses Planeten auf zeitgenössische Lebenspraktiken und zukünftige Arbeitsplätze vorbereiten. Eine gründliche Überarbeitung der MINT-Ausbildung und der Lehrerausbildung ist in der Grundschule, der Sekundarstufe und im weiterführenden Schulsystem notwendig. MINT-Ausbildung und -Forschung ist nicht nur ein Schlagwort, sondern sollte auch ein klares Ziel haben: die Verknüpfung von Lehrplänen, die Generationen am Arbeitsplatz Innovationen hervorbringen, die neue Wege für die Welt eröffnen könnten (NGSS, 2013). Zukünftige MINT-Ausbildungsprogramme und -Forschung müssen diesen Schwerpunkt haben, um die Kapazität zu haben, innovative neue Wege zu Lebensstiländerungen zu entwickeln, die zu Nachhaltigkeit führen.

In einer Welt mit größerer Bevölkerung, globaler Vernetzung, technologischem Fortschritt und Problemen von großem Ausmaß als jemals zuvor in der Menschheitsgeschichte erfordern komplexe Probleme anspruchsvolle Problemlösungsfähigkeiten und innovative, komplizierte Lösungen. In den Vereinigten Staaten bilden Hochschulen Wissenschaftler auf ähnliche Weise aus wie vor Jahrzehnten, aber diese neuen Herausforderungen stellen andere Anforderungen an die Wissenschaft. Die traditionelle wissenschaftliche Ausbildung vermittelt ein solides Fundament an Fakten und grundlegender wissenschaftlicher Technik, untersucht aber selten, wie man kreative, fachübergreifende Fähigkeiten zur Problemidentifizierung und -lösung fördert.





Was ist Interdisziplinarität Lernen?

In den 1960er Jahren, interdi-
zinierten Lehrer i

ment zielte
Rede. Seit

Damals wurde Team-Teaching in den gesamten USA zu einer Strategie, die zu verschiedenen Zwecken eingesetzt wurde, unter anderem um große Schülergruppen unter Kontrolle zu bringen und Abwechslung in den Einzelfach-Unterricht mit nur einem Lehrer zu bringen (Murata, 2002).

Definitionen von Interdisziplinarität beinhalten im Allgemeinen die Integration zweier oder mehrerer akademischer Disziplinen. Beim interdisziplinären Unterricht konzentrieren sich die Lehrer häufig darauf, den Schülern die Zusammenhänge zwischen den Themenbereichen deutlich zu machen (Sdunekv & Waitz, 2017). Anstatt Lehrpläne zu fragmentieren, machen diese Verbindungen das Lernen natürlicher und fördern ein tiefes konzeptionelles Verständnis (Capraro & Jones, 2013). Interdisziplinärer Unterricht betont die Anwendung und Synthese von Inhalten und Fähigkeiten, und die interdisziplinären Inhalte fördern sinnvolle Untersuchungen, indem sie logische Zusammenhänge aufzeigen und problembasiertes Lernen einsetzen (Sdunekv & Waitz, 2017). Es gibt zwei große Arten des interdisziplinären Lernens, die sich in der Praxis häufig überschneiden.

- Ziel des Lernens ist es, ein Bewusstsein und Verständnis für die Zusammenhänge und Unterschiede zwischen den Fachgebieten und Disziplinen zu entwickeln. Dies kann durch den Wissens- und Kompetenzinhalt, die Arbeitsweise, das Denken und die Argumentation oder die besondere Perspektive eines Fachgebiets oder einer Disziplin geschehen. Lernen aus verschiedenen
- Fächern und Disziplinen wird genutzt, um ein Thema oder eine Fragestellung zu untersuchen, sich einer Herausforderung zu stellen, ein Problem zu lösen oder ein Abschlussprojekt abzuschließen. Dies kann erreicht werden, indem ein Kontext bereitgestellt wird, der für die Lernenden, die Schule und ihre Gemeinschaft real und relevant ist.

In einem interdisziplinären Team müssen Lehrer Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeiten und eine positive Einstellung gegenüber interdisziplinärem Unterricht entwickeln (Al Salami et al., 2015), da die meisten Lehrer das Gefühl haben, dass sie ihre Autonomie verlieren, wenn sie Zeit in Entscheidungsprozesse investieren, und es im Team zu Konflikten kommen kann (Shapiro & Dempsey, 2008). Damit interdisziplinäre Teams effektiv arbeiten können, sind Wahlfreiheit der Lehrer, lehrplanorientierte Gestaltung und administrative Unterstützung erforderlich (Margot & Kettler, 2019).

Mehrere Herausforderungen erschweren den interdisziplinären MINT-Unterricht. Erstens hatten Sekundarschullehrer in ihrer Lehramtsausbildung selten Erfahrungen mit interdisziplinärem MINT-Unterricht. Die isolierte Unterrichtserfahrung angehender Lehrer stellt Hindernisse für die Bildung interdisziplinärer Zusammenarbeit dar, wenn sie in den Dienst der Lehrer wechseln (Asghar et al., 2012). Zweitens haben Lehrer das Gefühl, dass ihr Fachwissen außerhalb ihrer disziplinären Expertise nicht ausreicht, um interdisziplinären MINT-Unterricht umzusetzen (Graves et al., 2016). Drittens stehen Lehrer vor der Herausforderung, ihren Unterricht mit anderen Fächern unter dem Gesichtspunkt der interdisziplinären Zusammenarbeit abzustimmen (Frykholm & Glasson, 2005). Viertens erleben praktizierende Lehrer oft eine „Silosierung“ der verschiedenen Disziplinen, unflexible Stundenpläne und strenge Zeitpläne für die Umsetzung von Lehrplänen, was den interdisziplinären Charakter integrierter MINT-Stunden beeinträchtigen kann (Lesseig et al., 2017). Schließlich behindert das Fehlen einer gemeinsamen Planungszeit, wie z. B. einer professionellen Lerngemeinschaft (PLC), die kollaborative Planung. Um fächerübergreifendes Team-Teaching zu ermöglichen, wird Lehrern dringend empfohlen, fächerübergreifende Unterrichtseinheiten und Anweisungen gemeinsam zu besprechen (Capraro & Jones, 2013).

Tatsächlich handelt es sich bei interdisziplinärer Wissenschaft um einen kollaborativen Prozess der Integration von Wissen/Expertise ausgebildeter Personen aus zwei oder mehreren Disziplinen, bei dem verschiedene Perspektiven, Ansätze und Forschungsmethoden/-methodologien genutzt werden, um Fortschritte zu ermöglichen, die über die Fähigkeiten einer einzelnen Disziplin hinausgehen.



Warum ist interdisziplinäres Lernen wichtig und welche Vorteile bringt es für Studenten?

Wenn die Studierenden ihren Abschluss machen, sollten sie in der Lage sein, **komplexe Informationen auszuwerten, um eigene Ideen und Perspektiven zu entwickeln** und kritisches Denken. Interdisziplinäres Lernen unterstützt kritisches Denken, indem es den Schülern hilft.

- Verschiedene Standpunkte verstehen
- Konfliktreiche Perspektiven bewerten
- Strukturiertes Wissen aufbauen

Interdisziplinäres Lernen hilft Studierenden beim Lernen, indem es Ideen und Konzepte aus verschiedenen Disziplinen miteinander verbindet. Studierende können das in einem Bereich erworbene Wissen auf einen anderen Bereich anwenden und so ihre Lernerfahrung vertiefen.

Der effektivste Ansatz für interdisziplinäres Lernen ermöglicht es den Schülern, ihren eigenen Weg zu finden, indem sie Kurse wählen, die für sie sinnvoll sind. Es ist beispielsweise nicht schwierig, ein Thema zu finden, das die Grenzen der Disziplinen Literatur, Kunst und Geschichte oder Naturwissenschaften und Mathematik überschreitet. Das thematische Studium von Themen ist eine Möglichkeit, Ideen zusammenzuführen, was zu einem sinnvolleren Lernen führt. Indem man den Schülern erlaubt, ihre bevorzugten Fächer zu wählen, wird ihr Verständnis vertieft, wenn sie über die Zusammenhänge zwischen dem nachdenken, was sie in verschiedenen Disziplinen lernen.



Interdisziplinäres Studium ermöglicht die Synthese von Ideen aus vielen Disziplinen Interdisziplinäres Lernen berücksichtigt die Unterschiede der Schüler und hilft bei der Entwicklung wichtiger, übertragbarer Fähigkeiten. Diese Fähigkeiten, wie kritisches Denken, Kommunikation und Analyse, sind unerlässlich und entwickeln sich in allen Lebensphasen kontinuierlich weiter. Bildungssysteme dienen den Schülern am besten, wenn sie ihnen ermöglichen und sie ermutigen, ihre eigenen interdisziplinären Wege zu beschreiten. Dieser Ansatz kann die Freude am Lernen fördern, einen Funken Begeisterung entfachen und Lernunterschiede bei Schülern ansprechen.

Die Idee interdisziplinärer Studien spiegelt die wachsende Überzeugung wider, dass die Standardlehrpläne zu sehr auf disziplinäre Grenzen ausgerichtet sind und dass die Studierenden in einer zunehmend komplexen Welt Hilfe brauchen, um die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Wissens- und Untersuchungsformen zu verstehen.



Warum ist interdisziplinäres Lernen wichtig und welche Vorteile bietet es den Studierenden?

Generell sind die Bedeutung und Vorteile des interdisziplinären Lernens im heutigen Bildungssystem wie folgt:

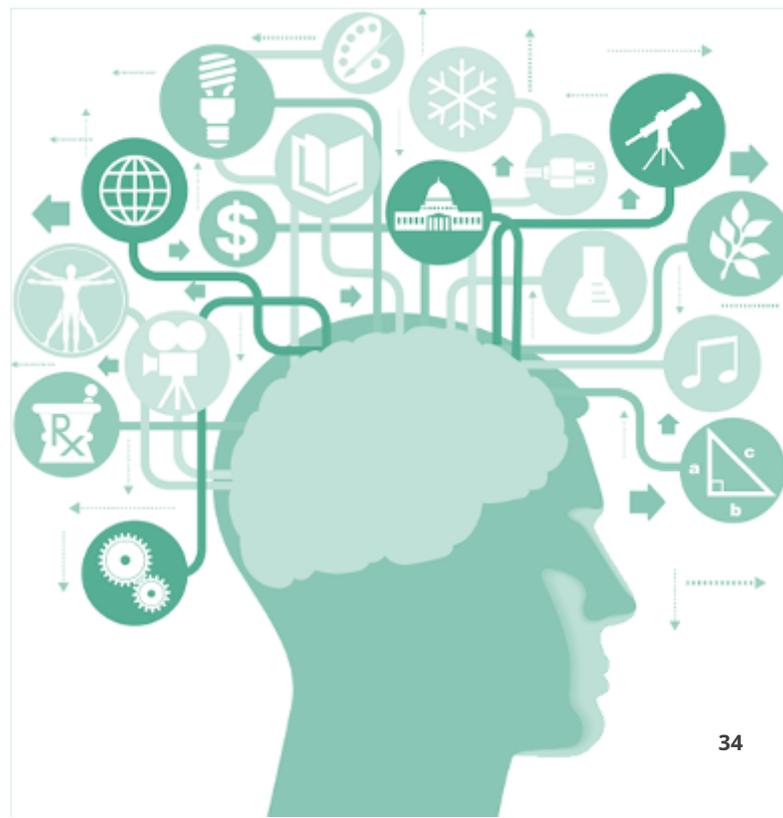
Die Komplexität der realen Welt annehmen: Die Welt außerhalb des Klassenzimmers besteht aus unterschiedlichen Schichten miteinander verbundener Ideen, Systeme und Herausforderungen. Interdisziplinäres Lernen erkennt diese Komplexität an und gibt den Studierenden die Werkzeuge an die Hand, um sie zu meistern. Die Studierenden gewinnen eine breitere Perspektive und verstehen reale Probleme besser, indem sie Wissen aus verschiedenen Bereichen integrieren. Sie lernen, Probleme aus verschiedenen Blickwinkeln zu analysieren und innovative Lösungen zu entwickeln.

Förderung kritischen Denkens: Interdisziplinäres Lernen fördert kritische Denkfähigkeiten, indem es die Schüler dazu anregt, Informationen aus verschiedenen Disziplinen zu analysieren, zu synthetisieren und zu bewerten. Es fordert sie dazu heraus, unkonventionelle Fragen zu stellen, verschiedene Perspektiven zu berücksichtigen und Verbindungen zwischen unterschiedlichen Konzepten herzustellen. Dieser Prozess entwickelt ihre Fähigkeit, kritisch zu denken, fundierte Entscheidungen zu treffen und komplexe Probleme zu lösen – eine wichtige Fähigkeit für die Herausforderungen, denen sie in ihrer zukünftigen Karriere gegenüberstehen werden.

Förderung der Zusammenarbeit: In der Berufswelt ist Zusammenarbeit der Schlüssel. Interdisziplinäres Lernen fördert die Zusammenarbeit zwischen den Studierenden und fördert Teamwork und Kommunikationsfähigkeiten. Während sie gemeinsam an der Lösung multidisziplinärer Probleme arbeiten, lernen die Studierenden, unterschiedliche Standpunkte zu schätzen, unterschiedliche Meinungen zu respektieren und effektiv zusammenzuarbeiten, um gemeinsame Ziele zu erreichen. Diese Fähigkeiten sind für den Erfolg in einer zunehmend vernetzten und globalisierten Gesellschaft von entscheidender Bedeutung.

Verbesserung Kreativität Und Innovation: Interdisziplinäres Lernen ermutigt die Schüler, über den Tellerrand zu blicken und unkonventionelle Ansätze zu erkunden. Durch die Kombination von Wissen und Techniken aus verschiedenen Disziplinen können innovative Lösungen für komplexe Probleme entstehen. Die Vermischung von Ideen aus unterschiedlichen Bereichen führt oft zu bahnbrechenden Innovationen. Durch interdisziplinäres Lernen entwickeln die Schüler ihre kreativen Denkfähigkeiten, werden anpassungsfähiger und bereit, zukünftige Herausforderungen anzugehen.

Bewältigung komplexer globaler Probleme: Viele der dringendsten Herausforderungen, denen wir heute gegenüberstehen, erfordern mehrdimensionale Lösungen. Interdisziplinäres Lernen vermittelt den Studierenden die Fähigkeiten und die Denkweise, die zur Bewältigung dieser komplexen Probleme erforderlich sind. Durch das Verständnis der Zugehörigkeit von verschiedenen Faktoren, Studenten dürfen entwickeln umfassende Strategien, die soziale, wirtschaftliche und ökologische Perspektiven umfassen. Dies bereitet sie darauf vor, aktive Weltbürger zu werden, die zu positiven Veränderungen beitragen können ([klicken Sie hier](#)).





Interdisziplinäre und Integration MINT

Durch die Möglichkeit
und integrierte STE

disziplinär
Felder. Diese

Integration hat das Potenzial, das Lernen aller beteiligten Disziplinen zu fördern und zu verbessern (Toma & Greca, 2018). Um verschiedene MINT-Disziplinen effektiv zu integrieren, müssen Ideen und Prinzipien aus unterschiedlichen Disziplinen zusammengeführt werden (Blustein et al., 2013). PBL (problembasiertes und/oder projektbasiertes Lernen) (Krauss & Boss, 2013) und interdisziplinäre wissenschaftliche Forschung (Moore, 2014) sind einige der pädagogischen Ansätze, die zur Unterstützung der I-STEM-Ausbildung verwendet wurden. Der Erfolg von I-STEM hängt stark vom PBL-Prozess ab, der allgemein als Schlüsselkomponente von I-STEM anerkannt wird (Stohlmann et al., 2012). Der eigentliche Prozess der wissenschaftlichen Forschung kann nicht immer so sauber unterteilt werden, und um eine Lösung zu erreichen, müssen notwendigerweise mehrere Disziplinen miteinander verknüpft werden. Die Ziele von I-STEM umfassen, sind aber nicht beschränkt auf, die Verbesserung der MINT-Kenntnisse der Schüler, ihre Fähigkeiten für das 21. Jahrhundert, ihre Vorbereitung auf MINT-Berufe, ihr Interesse und Engagement für MINT und die Fähigkeit, Verbindungen zwischen MINT-Disziplinen herzustellen (Ayres, 2016). Interdisziplinäre und integrierte Ansätze für Lehren und Lernen und eine Lehrerausbildung, die sich in der Unterrichtspraxis niederschlägt, sind wichtige Aspekte, auf die man sich konzentrieren muss, um eine verantwortungsbewusste Generation heranzuziehen, die in der Lage ist, die MINT-Wissensbasis für Änderungen in der Praxis zu nutzen (Kurup et al., 2019). Der interdisziplinäre integrierte Ansatz der MINT-Ausbildung muss sicherstellen, dass demokratische, bürgerschaftlich informierte Entscheidungsfindung mit den Next Generation Science Standards (NGSS, 2013) und dem National Research Council (NRC, 2015) übereinstimmt. Dieser Ansatz könnte eine Wissensbasis zur Problemlösung generieren und zu demokratischen bürgerschaftlichen Praktiken führen, um die Fähigkeit zu fundierten Entscheidungen zu erlangen.

Der effektive Einsatz interdisziplinärer und integrierter MINT-Fächer erfordert unterschiedliche Denk-, Problemlösungs- und Kommunikationsweisen. Diese Ansätze müssen beim Aufbau der Innovationsfähigkeit der Lehrer in der Unterrichtspraxis berücksichtigt werden. Die Schüler nutzen diese Ansätze nicht nur, um eine Reihe technologischer Aktivitäten zu erlernen, mit denen sie ihre Arbeit planen, analysieren, bewerten und präsentieren können, sondern sie erlernen auch die wertvollen Argumentations- und Denkfähigkeiten, um Alternativen zu soziowissenschaftlichen Fragen und Problemen zu finden, wenn sie in Unterrichtsprojekten eingesetzt werden. Diese Aspekte sind für das Funktionieren innerhalb und außerhalb der Schulumgebung von wesentlicher Bedeutung und betreffen Kreativität, Designprinzipien und die beteiligten Prozesse. Diese sind in interdisziplinären und integrierten MINT-Wissensbasen von wesentlicher Bedeutung.

Von Lehrern wird erwartet, dass sie Schülern beibringen, wie sie Probleme lösen können, mit denen sie in ihrer Karriere als Wissenschaftler und Ingenieure konfrontiert werden. Reale Probleme in einer von Menschen geschaffenen Welt sind jedoch häufig interdisziplinärer Natur und treten in komplexen Systemen auf (Dym et al., 2005). Diese Probleme, die normalerweise vom System abhängig sind, erfordern ausgefeilte Problemlösungsfähigkeiten, innovative und komplizierte Lösungen und die Einbeziehung mehrerer Komponenten (Levy, 1992; Richardson & all, 2001). Wenn man beispielsweise ein reales Nahrungsmitteldefizitproblem löst, indem man Hydrokulturen einsetzt, um die Gemüseproduktion zu steigern und technische Schwierigkeiten (z. B. Beleuchtung sowie Wasser- und Nährstoffversorgung) zu überwinden, müssen bei der Gestaltung des Systems auch ökologische und soziale Auswirkungen berücksichtigt werden.

Das Unterrichten von systemischem Denken bei der Problemlösung steht im Einklang mit der Entwicklung von beruflichen Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts und hilft Schülern, mit Komplexität umzugehen und wissenschaftlich und mathematisch fundierte Entscheidungen zu treffen, um ein reales Problem in einem komplex gestalteten System zu lösen (Dym et al., 2005). Lehrer sind jedoch in der Regel nicht darauf vorbereitet, Schülern beizubringen, wie sie Probleme mithilfe von System- und interdisziplinärem Denken lösen können.

Berufsverbände wie die American Society for Engineering Education (ASEE), die National Academy of Engineering (NAE) und der National Research Council (NRC) fordern neue Bildungsansätze, die sich auf praktische, interdisziplinäre und sozial relevante Aspekte von Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik (STEM) konzentrieren, um den STEM-Unterricht in den Klassen K-12 zu verbessern. Darüber hinaus haben die Next Generation Science Standards (NRC, 2013) und das Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012) zentrale disziplinäre Ideen, übergreifende Konzepte sowie wissenschaftliche und technische Praktiken für die Klassen K-12 aufgezählt. Diese aktuelle Bildungsreformbewegung bietet eine neue Vision des STEM-Unterrichts, um Schülern dabei zu helfen, das fragmentierte und abteilungsweise Wissen zu verstehen, das normalerweise in disziplinären Silos vermittelt wird. Laut Definition des National Research Council ist STEM-Integration „die Arbeit im Kontext komplexer Phänomene oder Situationen an Aufgaben, die von Schülern die Verwendung von Wissen und Fähigkeiten aus mehreren Disziplinen erfordern“ (NAE, 2014). Folglich sollten integrierte MINT-Lehransätze versuchen, die Lösung eines realen Problems in einem komplex gestalteten System widerzuspiegeln, in dem die Schüler Wissen und Fähigkeiten aus mehreren Disziplinen nutzen, die sich auf ihr tägliches Leben beziehen (Wang & Knobloch, 2018).

Obwohl die Integration von MINT die interdisziplinäre Zusammenarbeit fördert, werden Lehrer traditionell darauf trainiert, fachspezifisches Wissen zu vermitteln. Es gibt zunehmende Bedenken darüber, dass Lehrer, die in einem der MINT-Bereiche ausgebildet wurden, nicht in der Lage sind, weniger vertraute Praktiken in ihren Unterricht zu integrieren. Darüber hinaus sind High Schools so strukturiert, dass Lehrer weiterhin dazu ermutigt werden, in ihren disziplinären Silos zu bleiben (Boyd, 2017). Unabhängig von den Kerndisziplinen konzentriert sich die Forschung im Bereich interdisziplinär integrierter MINT-Fächer größtenteils auf den Unterricht in der Grundschule und Mittelschule. In früheren Forschungsstudien wurde über verschiedene Herausforderungen berichtet, die den interdisziplinären MINT-Unterricht behindern (Lesseig et al., 2017). Daher sind weitere Forschungsstudien erforderlich, um die Bedeutung der Verwendung interdisziplinärer MINT-Fächer als Lehrmethoden in High Schools zu untersuchen.

Die Überzeugungen von Lehrern beziehen sich auf Überzeugungen im Zusammenhang mit dem Unterrichten, einschließlich Wissen, Schülern und Unterricht (Buehl & Beck, 2014). Überzeugungen prägen die Persönlichkeit von Lehrern und beeinflussen deren Entscheidungsfindung, Denken und Praxis im Unterricht (Caudle & Moran, 2012). Eine der grundlegenden Annahmen zum Verständnis der Denkprozesse von Lehrern, insbesondere ihrer Überzeugungen, ist, dass dies zu einem Verständnis führen würde, was ihr Verhalten im Unterricht bestimmt. Obwohl Überzeugungen ein schwieriges Konstrukt für empirische Untersuchungen sind, da sie in der Regel philosophischer oder spiritueller Natur sind, sind Überzeugungen stärkere Prädiktoren für Verhalten als Wissen, da sie zentral für die eigene Identität sind und schwieriger zu ändern sind. Die Beziehungen zwischen den Handlungen von Lehrern und ihren Auswirkungen werden jedoch nicht immer als linear betrachtet. Beispielsweise unterrichten Lehrer Themen, die sie für interessant halten, aber ihre Schüler finden die Themen möglicherweise langweilig (Farrell & Ives, 2015). Lehrer glauben möglicherweise an schülerzentrierten Unterricht, aber ihre Praktiken können didaktischer Natur sein. Viele interne und externe Faktoren prägen die Überzeugungen von Lehrern und beeinflussen ihre Praktiken. Zu diesen Faktoren gehören die disziplinarische Subkultur (Fang, 1996), Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten (Buehl & Beck, 2014); Lehrerausbildungsprogramme (Rice & Kitchel, 2017); Zeit und Ressourcen, Lehrplan und Standards (Buehl & Beck, 2014); Jahre an Unterrichtserfahrung (Lumpe et al., 2000); Schul- und Klassenzimmerumgebungen und bildungsbezogene Richtlinien (Buehl & Beck, 2014). Kurz gesagt: Die Überzeugungen und Praktiken von Lehrern sind nicht kontextfrei, sondern situationsabhängig.



Interdisziplinäre und Integration MINT



Was die Überzeugungen und Praktiken der Lehrer hinsichtlich der MINT-Integration betrifft, betrachten viele Lehrer MINT-Integration als die Nutzung aller vier Disziplinen, haben jedoch kein klares Verständnis davon, wie die Integration umgesetzt wird (Breiner et al., 2012). Untersuchungen haben gezeigt, dass Lehrer Verbindungen zwischen MINT-Disziplinen sehen (Wang & Knobloch, 2018) und glauben, dass Integration den Schülern hilft, schulisches Lernen mit realen Problemen zu verknüpfen. Darüber hinaus kann integrierter MINT-Unterricht das Engagement und die Problemlösungsfähigkeiten der Schüler steigern. Lehrer berichten jedoch auch von Herausforderungen bei der Integration anderer MINT-Fächer, da ihnen die Inhalte und das pädagogische Wissen für eine wirksame Integration fehlen (Kurup et al., 2019).

Lehrer neigen auch dazu, sich auf disziplinäre Inhalte statt auf fächerübergreifende Ideen zu konzentrieren, vielleicht weil es ihnen schwerfällt, disziplinbasiertes Lernen zu ermöglichen und gleichzeitig realen Problemen und globalen Themen eine zentrale Rolle zuzuweisen. Lehrer stehen vor Hindernissen bei der Integration von Technologie und Ingenieurwesen aufgrund ihrer Schüler und deren mangelndem Wissen und Können in diesen Bereichen (Bybee, 2013). Daher konzentrieren sich Lehrer oft auf Naturwissenschaften und Mathematik und integrieren Technologie oder Ingenieurwesen kaum. In Bezug auf den interdisziplinären MINT-Unterricht untersuchten Weinberg und McMeeking (2017) Naturwissenschaften und Mathematik und identifizierten Hindernisse, die eine interdisziplinäre Zusammenarbeit behinderten. Zu diesen Hindernissen gehörten Standards, Kontrollniveau, Eignung zur Beurteilung, Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten des Lehrers sowie Zusammenarbeit. Ihre Ergebnisse spiegelten die Erkenntnisse von Buehl und Beck (2014) wider, dass Erfahrung und Wissen der Lehrer sowie Faktoren des Klassenzimmers, der Schule und des Schulbezirks Einfluss auf ihre Überzeugungen und Praktiken haben.



Augmented Reality in Unterrichtsräume: Voraussetzungen und Strategien

Grundlegende Richtlinien für die Verwaltung und Nutzung von AR zur Förderung aktiven Lernens und der Zusammenarbeit in Bildung

Im Bildungsbereich ist die Philosophie, die den Einsatz von Augmented Reality (AR)-Technologie leitet, tief in der Überzeugung verwurzelt, dass Technologie, wenn sie gezielt eingesetzt wird, das Potenzial hat, das Lernerlebnis zu bereichern, indem sie spannende und ansprechende Möglichkeiten bietet. Diese Philosophie wird von mehreren grundlegenden Anforderungen getragen:

Aktives Engagement ist sicherlich eine der grundlegenden Voraussetzungen für die Neugestaltung eines Klassenzimmers, in dem die Schüler keine passiven Empfänger von Informationen sind, sondern aktive Teilnehmer an ihrem Lernprozess. AR-Technologie fördert und unterstützt dieses aktive Engagement und regt die Schüler dazu an, ihre Lerninhalte mit Neugier und Begeisterung zu erkunden.

AR-Technologie hat die einzigartige Fähigkeit, das Lernen durch die Platzierung in authentischen Kontexten lebendig zu machen, sodass theoretisches Wissen in praktischen Anwendungen erlernt wird. Aus diesem Grund ist es wichtig, sich mit einem praktischen Projekt vorzubereiten und es zusammen mit der theoretischen Erklärung zu präsentieren. Dadurch wird sichergestellt, dass die Lücke zwischen theoretischem Wissen und realen Anwendungen geschlossen wird, sodass die Schüler die praktische Relevanz des Gelernten erkennen können. Beispielsweise könnten Schüler AR-Overlays verwenden, um Molekülstrukturen in der Chemie zu visualisieren und so ein klareres Verständnis der molekularen Wechselwirkungen zu erlangen.

Darüber hinaus ermöglicht die Nutzung aller Kanäle, die die Technologie bietet, unterschiedliche Stile und Darstellungsweisen, insbesondere für visuelle, auditive und kinästhetische Lerner. Durch das Angebot multisensorischer Erfahrungen stellt AR sicher, dass sich jeder Lernende auf eine Weise mit dem Material auseinandersetzen kann, die ihn persönlich anspricht.

Eine weitere Voraussetzung für den Lehrer ist das Wissen, wie man Plattformen nutzt, die es den Schülern ermöglichen, in Paaren oder Gruppen zu arbeiten. Tatsächlich fördert AR die Zusammenarbeit und Kreativität unter den Schülern, die gemeinsam an AR-Projekten arbeiten, interaktive Erlebnisse gestalten und Lernmaterialien auf innovative Weise neu konzipieren. Dieser kollaborative Ansatz ermutigt die Schüler, kreativ zu denken und gemeinsam Probleme zu lösen.

Schließlich zielt die Integration der AR-Technologie darauf ab, die digitale Kompetenz nicht nur der Schüler, sondern insbesondere der Lehrer zu verbessern. Wenn ein Lehrer über Kenntnisse und die Beherrschung einer Technologie verfügt, kann er seinen Schülern bei der Navigation durch AR-Anwendungen und der effektiven Nutzung der Technologie helfen. So können Schüler beispielsweise Fähigkeiten im Umgang mit AR-Authoring-Tools erwerben, um ihre eigenen interaktiven AR-Projekte zu erstellen und so digitale Fähigkeiten entwickeln, die für die Arbeitswelt unerlässlich sind.

***„Bei Augmented Reality-Bildungsaktivitäten kann der Lehrer
muss die Rolle eines Vermittlers übernehmen“***

Augmented Reality im Klassenzimmer: Anforderungen und Strategien

Unterrichtsstrategien

Die Integration von Augmented Reality (AR) in den Unterricht bietet eine einzigartige Gelegenheit, das Engagement der Schüler zu steigern und die Zusammenarbeit zu fördern. Um das Potenzial von AR im Klassenzimmer voll auszuschöpfen, müssen Lehrer durchdachte Strategien umsetzen, die aktives Lernen und Teamarbeit fördern. Durch die Einbindung interaktiver Unterrichtseinheiten, die Förderung erfahrungsbasierten Lernens und die Nutzung von AR für Einzel- und Gruppenaktivitäten können Pädagogen dynamische und immersive Lernumgebungen schaffen.

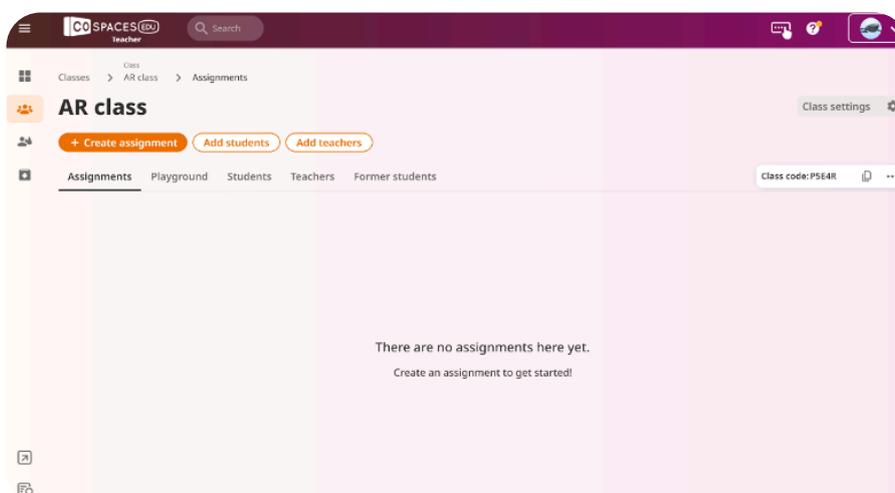
Lehrer benötigen jedoch keine teuren oder schwer erhältlichen Tools und Technologien, um virtuelle und erweiterte Realität zu nutzen. Tatsächlich kann jeder mit einfachen Methoden und Techniken beginnen und kreative Ansätze mit vorhandenen Technologien wie interaktiven Whiteboards, PCs, Tablets und Smartphones nutzen.

Bei Augmented-Reality-Aktivitäten fungiert der Lehrer als Vermittler. Daher ist es wichtig, dass er genau weiß, welche Erfahrungen er der Klasse präsentiert.

Aus diesem Grund empfehlen wir einen schrittweisen Ansatz, der sowohl den Lehrern als auch den Schülern Zeit gibt, neue Praktiken und Verhaltensweisen zu erlernen und sich daran zu gewöhnen.

Um Augmented Reality (AR) im Unterricht effektiv einzusetzen, sollten Lehrer verschiedene Strategien anwenden, die aktives Lernen und Zusammenarbeit fördern. Hier sind einige wichtige Ansätze:

Interaktive Unterrichtsgestaltung:

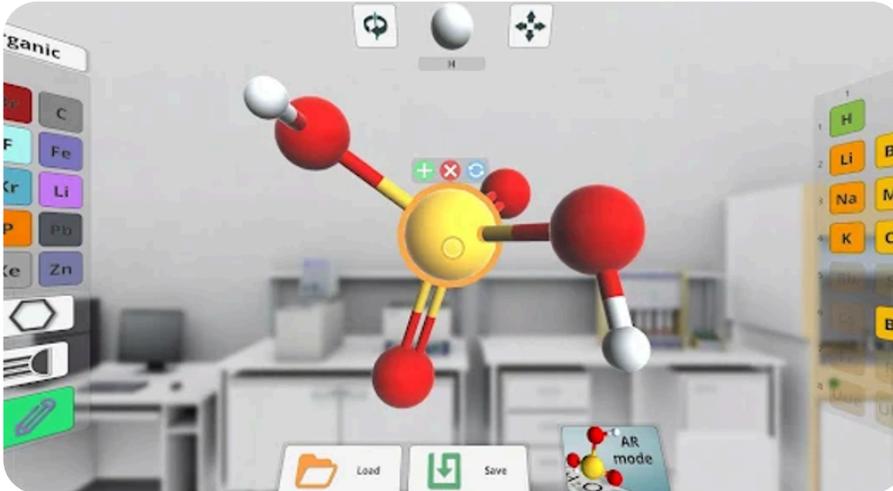


Lehrer sollten AR in den Unterricht integrieren, um die Schüler in praktische und immersive Aktivitäten einzubinden. Dazu können AR-Apps oder -Plattformen gehören, mit denen die Schüler visuelle und interaktive Inhalte wie 3D-Modelle oder Simulationen erkunden können.

Abbildung 1 - CoSPACE-Plattform

Augmented Reality im Klassenzimmer: Anforderungen und Strategien

Förderung des erfahrungsbasierten Lernens:



AR bietet die Möglichkeit, sich zu verbinden Theorie mit üben. Lehrer dürfen Design-Aktivitäten, die es den Schülern ermöglichen, abstrakte Konzepte auf die reale Welt anzuwenden Situationen, wie die Verwendung von AR zur Erforschung molekularer Strukturen in der Chemie oder visualisieren physisch Phänomene.

Abbildung 2 – (Molecules AR) AR-App zum Erstellen von Molekülen

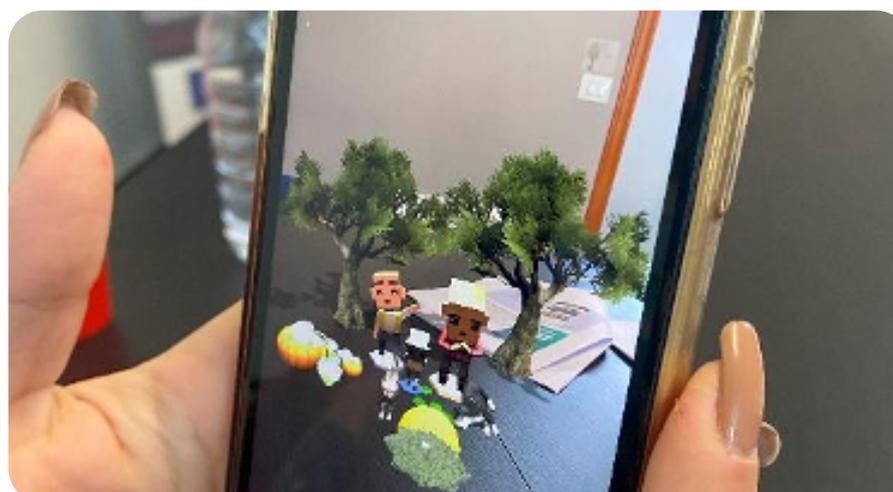
Förderung der Zusammenarbeit:



Lehrer sollten Gruppenarbeit fördern, bei der Schüler gemeinsam an AR-Projekten arbeiten. Diese Aktivitäten helfen dabei, wichtige Fähigkeiten wie Kommunikation, Problemlösung und kritisches Denken zu entwickeln, während die Schüler neue digitale Inhalte erkunden.

Abbildung 3 - (Brave New Words-Projekt) AR-Aktivität

Personalisieren Sie das Lernen

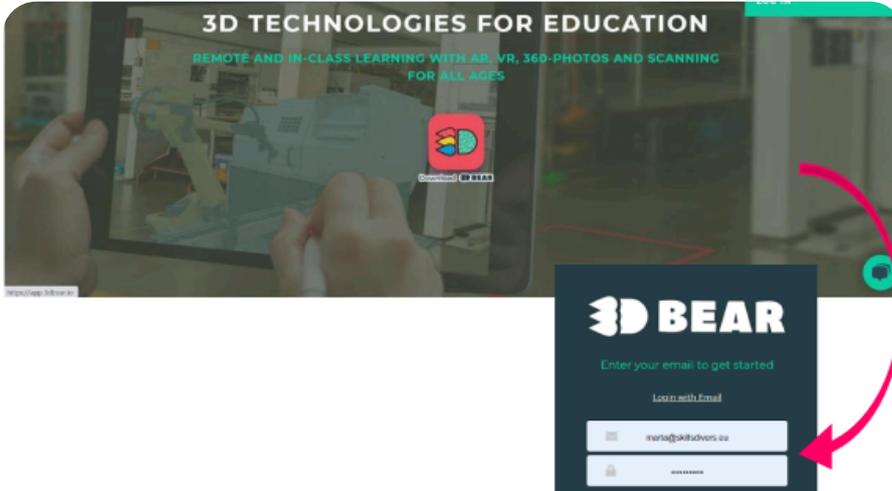


Mit AR lassen sich differenzierte Lernen Erfahrungen, die auf verschiedene Lernstile zugeschnitten sind. Lehrer können AR verwenden, um visuelle, auditive und kinästhetische Ressourcen bereitzustellen, die den individuellen Bedürfnissen jedes Schülers entsprechen.

Abbildung 4 – (Brave New Words-Projekt) AR-Aktivität

Augmented Reality im Klassenzimmer: Anforderungen und Strategien

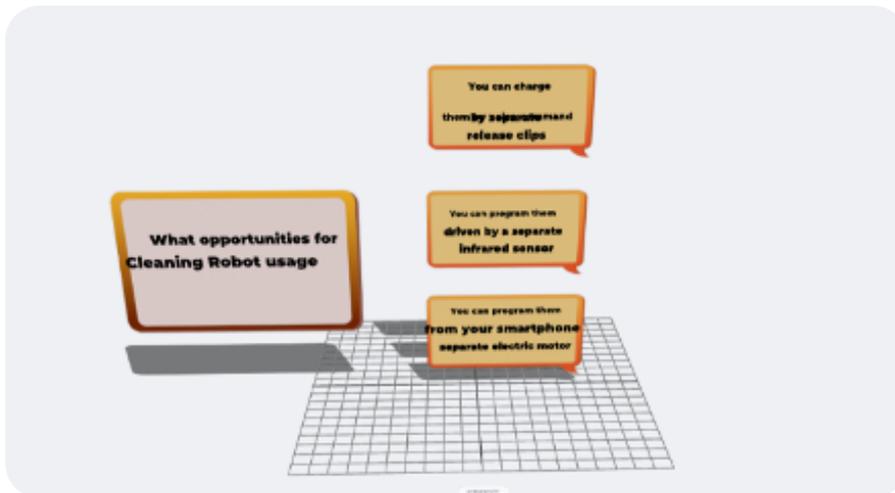
Aufbau digitaler Kompetenzen:



Da AR eine digitale Technologie ist, ist es wichtig, dass Lehrer den Schülern auch die Fähigkeiten vermitteln, die sie brauchen, um diese Tools effektiv zu nutzen. Dazu gehört auch, den Einsatz von AR zu lehren. Plattformen und ermutigend Kreativität durch die Design von personalisierte AR-Inhalte.

Figur 5 - 3D Bär Homepage

Interaktive Bewertung:



Lehrer können AR-Tools einsetzen, um ansprechendere formative Bewertungen durchzuführen, wie etwa interaktive Quiz oder Aktivitäten, bei denen Schüler Probleme in einer AR-Umgebung lösen. Dadurch wird die Bewertung zu einem aktiven Teil des Lernprozesses.

Abbildung 6 - Assembler World Studio App

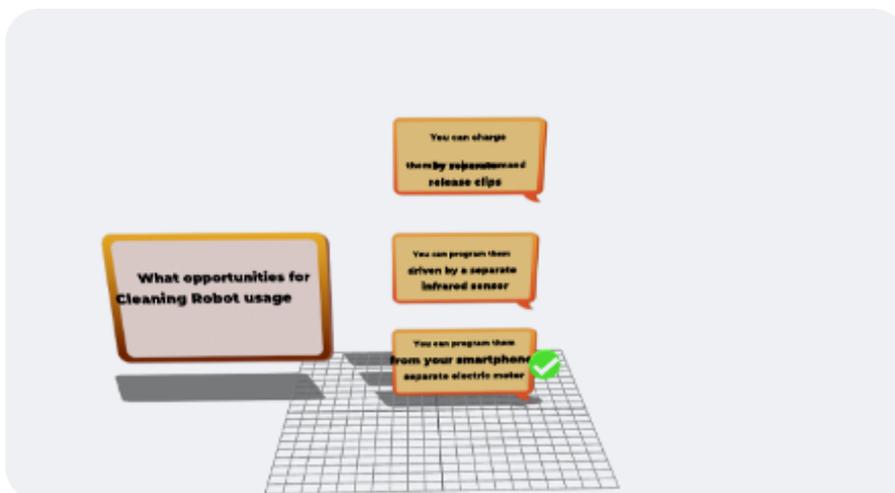


Abbildung 7 - Abbildung 6 - Assembler World Studio App 2

Augmented Reality im Klassenzimmer: Anforderungen und Strategien

Das Ziel dieser Strategien besteht darin, das Lernen dynamischer, zugänglicher und spannender zu gestalten, das Konzeptverständnis zu verbessern und entscheidende digitale Kompetenzen für die Zukunft zu entwickeln.

In der folgenden Tabelle finden Sie sechs Beispiele für strategische Aktivitäten, die mit Augmented Reality (AR) im Bildungsbereich durchgeführt werden können:

Strategien	Beispiele	Beschreibungen
Ermutigend Erlebnis Lernen	Erkundung historischer oder geographisch Umgebungen	Schüler können AR-Apps verwenden, um virtuelle Rekonstruktionen historischer oder geografischer Orte zu erkunden, wie zum Beispiel das antike Rom oder Planetensysteme. Diese Aktivität ermöglicht es den Schülern, in Umgebungen einzutauchen, die sonst unzugänglich wären, das Studium der Geschichte oder Geographie spannender zu gestalten und visuell anregend.
Gebäude Digitale Kompetenzen	Virtuelles Wissenschaftslabor mit 3D-Modell und AR	In einer Biologie- oder Chemiestunde können Schüler AR verwenden, um zu visualisieren und entwerfen und manipulieren Sie 3D-Modelle von Zellen, Molekülen oder Organismen. Sie können zum Beispiel Erforschen Sie die inneren Strukturen einer Zelle oder beobachten Sie chemische Reaktionen, indem Sie Experimente simulieren, die schwierig sein könnten oder gefährlich zu führen in einem echtes Labor.
Förderung Zusammenarbeit	Erstellen interaktive Geschichten	Die Schüler können in Gruppen eingeteilt zusammenarbeiten und mithilfe von Augmented-Reality-Inhalten eine Geschichte oder Erzählung erstellen. Durch AR-Tools können sie kann Bilder, Videos überlagern, und Animationen in reale Räume zu integrieren und so ihre Geschichten zum Leben zu erwecken. Diese Aktivität fördert Kreativität, Zusammenarbeit und digitale Fähigkeiten, während Auch Verbesserung der Fähigkeiten zum Geschichtenerzählen und Schreiben.
Interaktiv Bewertung	AR-basiert Quizze und Problem-Lösungsaktivität	Schüler können mithilfe von AR eine Schatzsuche durchführen, bei der sie Folgendes finden: und Fragen oder Probleme zu lösen, die in die physische Umgebung eingebettet sind. Jede richtige Antwort kann zusätzliche Hinweise oder virtuelle Elemente freischalten, die mit dem Thema zusammenhängen.
Personalisierung Lernen	Individuelles AR-Lernen Wege	In einer Mathematikstunde können Schüler AR verwenden, um geometrische Formen auf der Grundlage ihres Verständnisniveaus zu visualisieren und zu manipulieren, mit unterschiedlichen Komplexitätsstufen und Unterstützung basierend auf ihrem Fortschritt. Diese Anpassung hilft dabei, unterschiedliche Lernpräferenzen und -tempos zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass jeder Schüler das angemessene Maß an Herausforderung und Förderung erhält.
Entwerfen Interaktiver Unterricht	AR-Simulationen und virtuelle Labore	Im Biologieunterricht können Schüler AR nutzen, um ein virtuelles Ökosystem zu erkunden und damit zu interagieren und zu beobachten, wie verschiedene Faktoren es beeinflussen. A Physikunterricht könnten Schüler AR nutzen, um mit virtuellen Simulationen von physikalischen Phänomenen wie Schwerkraft oder Bewegung.

Abbildung 8 - Raster für strategische Aktivitäten

Verweise

- Sanders, M. (2009). STEM, STEM-Bildung, STEM-Manie. *Technology Teacher*, 68, 20-26.
- Dewey, J. (2010). Die Notwendigkeit einer Bildungsphilosophie (1934). *Schools*, 7(2), 244-245.
- Papert, SA (1993). *Mindstorms: Kinder, Computer und mächtige Ideen*. Grundlegende Bücher. Chute, E. (10. Februar 2009). Die STEM-Bildung breitet sich aus. *Pittsburgh Post-Gazette*.
- Obama, B. (2009). Ansprache des Präsidenten anlässlich der Jahrestagung der National Academy of Sciences | Das Weiße Haus. *PNAS*, 106(24), 9539–9543.
- Pellegrino, J. und Hilton, M. (2012). *Bildung für Leben und Arbeit: Entwicklung übertragbarer Kenntnisse und Fähigkeiten im 21. Jahrhundert*. Washington: National Research Council.
- Siekman, G. und Korbel, P. (2016). Definition von „STEM“-Fähigkeiten: Überprüfung und Synthese des Literatur-Support-Dokuments 1 NCVER. Adelaide, SA, Australien: NCVER.
- Miller, ER, Fairweather, JS, Slakey, L., Smith, T. und King, T. (2017). Katalysieren institutioneller Transformation: Erkenntnisse aus der AAU STEM-Initiative. *Change Mag. Higher Learn.* 49, 36–45.
- Moore, TJ, & Smith, KA (2014). Den neuesten Stand der MINT-Integration voranbringen. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 5.
- Ματσαγγούρας, Η. (2012). Η Διαθεματικότητα στη Σχολική Γνώση. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Kommission (2015). Adressierung niedriger Leistungen in Mathematik und Adressierung niedriger Leistungen in Mathematik und Naturwissenschaften, Thematische Arbeitsgruppe für Mathematik, Naturwissenschaften und Technologie (2010-2013). Abschlussbericht
- Kearney, C. (2016). Bemühungen, das Interesse der Schüler an naturwissenschaftlichen, technischen, ingenieurwissenschaftlichen und mathematischen Studiengängen und Karrieren zu steigern. Nationale Maßnahmen von 30 Ländern – Bericht 2015. Insight, (November), 96. Abgerufen aus http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2011_european_schoolnet.pdf%0Ahttp://www.voced.edu.au/content/ngv51728
- Kuenzi, J. (2008). *MINT-Bildung (Naturwissenschaften, Technik, Ingenieurwesen und Mathematik): Hintergrund, Bundespolitik und Gesetzgebung*.
- Matsuura, T., & Nakamura, D. (2021). STEM/STEAM-Bildung und die Wahrnehmung von Schülern in Japan. *Asia-Pacific Science Education*, 7(1), 7–33. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10022>
- Marja G. Bertrand, Makellos K. Namukasa . (2022). Ein pädagogisches Modell für STEAM-Bildung *Zeitschrift für Forschung im Bereich innovatives Lehren und Lernen*, Nationaler Forschungsrat. (2014). *STEM-Integration in der K-12-Bildung: Status, Perspektiven und eine Forschungsagenda*. National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/read/18612/chapter/1#xii>
- Quigley, CF, Herro, D., & Jamil, FM (2019). Untersuchung der Beziehung zwischen designbasiertem Lernen und STEAM. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 13(1).
- Stohlmann, M., Moore, TJ, & Roehrig, GH (2012). Überlegungen zur integrativen MINT-Bildung. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1).
- Smith, J., Johnson, A., & Williams, B. (2020). Der Einfluss von STEAM-Bildung auf die Leistung von Schülern: Eine Metaanalyse. *Journal of STEM Education Research*, 8(2), 45-62.
- Kim, BH, & Kim, J. (2016). Entwicklung und Validierung von Bewertungsindikatoren für die Unterrichtskompetenz im STEAM-Unterricht in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12 (7), 1909–1924. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1537a>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in Praxis und Forschung: Eine integrative Literaturübersicht. *Denkfähigkeiten und Kreativität*, 31 , 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Li, K.-C., & Wong, BT-M. (2020). Trends der Lernanalytik im MINT-Unterricht: Eine Übersicht über Fallstudien. *Interaktive Technologie und intelligente Bildung*, 17 (3), 323–335. <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2019-0073>
- Tesconi, S. & de Aymerich, B. (2020). *Ciencia en todo y para todos*. In D. Couso, MR Jimenez-Liso, C. Refojo und JA Sacristán (Hrsg.), *Enseñando Ciencia con Ciencia*. FECYT & Fundacion Lilly (S. 88–99). Penguin Random House.
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). Eine kritische Überprüfung von STEAM (Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen, Kunst und Mathematik) (S. 1–22). *Oxford Research Encyclopedia, Bildung*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>
- 1Azuma, RT (1997). Eine Untersuchung zur erweiterten Realität. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). *Augmented Reality Trends in der Bildung: Eine systematische Überprüfung von Forschung und Anwendungen*.
- J. Garzón et al. *Educational Research Review* 31 (2020) 100334
- Cheng, KH, & Tsai, CC (2013). Vorteile von Augmented Reality im naturwissenschaftlichen Unterricht: Vorschläge für zukünftige Forschung.
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). *Augmented Reality Lehren und Lernen*. Handbuch der Forschung zu Bildungskommunikation und -technologie.
- M.-B. Ibáñez und C. Delgado-Kloos, „Augmented Reality für MINT-Lernen: Eine systematische Überprüfung“, *Computers & Education*, Bd. 123, S. 109–123, August 2018

Verweise

- Daniel Sampaio, Pedro Almeida, Pädagogische Strategien zur Integration von Augmented Reality in IKT-Lehr- und Lernprozesse, *Procedia Computer Science* 100 (2016) 894 – 899
- Carlo H. Godoy, Jr., Eine Überprüfung von Augmented Reality-Apps für ein AR-basiertes MINT-Bildungskonzept, *Southeast Asian Journal of STEM Education* Vol 3 No. 1 Januar 2022
- Endang Widi Winarni, Endina Putri Purwandari (2023). Augmented Reality mit STEAM durch Blended Learning für die Grundschule. *International Journal of Social Science and Education Research Studies*, 3(10), 2109-2113
- Gavish, N., Gutiérrez, T., Lahav, O., & Ben-Hur, S. (2018). Augmented Reality in der Bildung: Eine Meta-Review und medienübergreifende Analyse.
- H.-Y. Chang et al., „Zehn Jahre Augmented Reality in der Bildung: Eine Metaanalyse (quasi-)experimenteller Studien zur Untersuchung der Auswirkungen“, *Computers & Education*, Bd. 191, S. 104641, 2022
- J. Jesionkowska, F. Wild und Y. Deval, „Aktives Lernen mit Augmented Reality für STEAM-Bildung – eine Fallstudie“, *Education Sciences*, Bd. 10, Nr. 8, S. 198, 2020
- M. Fernandez, „Augmented-Virtual Reality: Wie lassen sich Bildungssysteme verbessern“, *High. Learn. Res. Commun.*, Bd. 7, Nr. 1, S. 1, Juni 2017, doi: 10.18870/hlrc.v7i1.373.
- D. Sahin und RM Yilmaz, „Die Wirkung von Augmented Reality-Technologie auf die Leistungen und Einstellungen von Mittelschülern gegenüber naturwissenschaftlichem Unterricht“, *Computers & Education*, Bd. 144, S. 103710, Januar 2020
- Hwang, GJ, Wu, PH, Chen, CC, & Tu, NT (2016). Auswirkungen eines auf Augmented Reality basierenden Lernspiels auf die Lernleistungen und Einstellungen von Schülern bei Beobachtungen in der realen Welt. *Interactive Learning Environments*, 24(8), 1895–1906.
- Schunk, DH (2012). *Lerntheorien, eine pädagogische Perspektive* (6. Aufl.). Boston, MA: Pearson Education Inc.
- Fuchs, R. (2001). Konstruktivismus untersucht. *Oxford Review of Education*, 27(1), 23–35.
<http://www.jstor.org/stable/1050991>
- Lazonder, AW, & Harmsen, R. (2016). Meta-Analyse des forschenden Lernens: Auswirkungen von Beratung. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Vallera, FL (2019). Durkheim Said What?: Erstellen sprechender Lehrbücher mit Augmented Reality und projektbasierten Aktivitäten. *Journal of Research on Technology in Education*, 51(3), 290–310. <https://doi.org/10.1080/15391523.2019.1617809>
- Bashan Topsy, 2019, Deutschlands „MINT-Programm“, https://www.sohu.com/a/306589403_691021.
- Li Yizhen, 2022, Forschung zur MINT-Bildungspolitik in Deutschland, https://doi.org/10.2991/978-2-494069-89-3_123
- Europäische Kommission. (2020). *STEM-Bildung in Europa: Richtlinien und Praktiken*. Abgerufen von <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/29f2b797-666b-11ea-b735-01aa75ed71a1>
- Italienisches Ministerium für Bildung, Universität und Forschung. (2019). *Nationale Richtlinien für die Entwicklung von MINT-Kompetenzen*. Abgerufen von <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/web/ministero/linee-guida-stem>
- Ricci, R., & Mosca, R. (2018). Integration von MINT-Bildung durch projektbasiertes Lernen: Eine systematische Überprüfung der italienischen Literatur. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0126-5>
- Sicoli, A., & Amigoni, F. (2017). Forschende Lernaktivitäten in der italienischen Mittelschule: Eine Fallstudie. In der *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (S. 3-15). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61425-0_1
- 22, Forschung zur MINT-Bildungspolitik in Deutschland, https://doi.org/10.2991/978-2-494069-89-3_123
- Kearney, C. (2016). Bemühungen, das Interesse der Schüler an naturwissenschaftlichen, technischen, ingenieurwissenschaftlichen und mathematischen Studiengängen und Karrieren zu steigern. *Nationale Maßnahmen von 30 Ländern – Bericht 2015. Insight*, (November), 96. Abgerufen von http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2011_european_schoolnet.pdf%0Ahttp://www.voced.edu.au/content/ngv51728
- Kearney, C. (2016). Bemühungen, das Interesse der Schüler an naturwissenschaftlichen, technischen, ingenieurwissenschaftlichen und mathematischen Studiengängen und Karrieren zu steigern. *Nationale Maßnahmen von 30 Ländern – Bericht 2015. Insight*, (November), 96. Abgerufen von http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2011_european_schoolnet.pdf%0Ahttp://www.voced.edu.au/content/ngv51728
- Perry M. „Student Engagement, No Learning without It“, *Creative Education*, Vol.13 No.4, 18. April 2022. Aso, B., Navarro-Neri, I., García-Ceballos, S., & Rivero, P. (2021). Qualitätsanforderungen für die Implementierung von Augmented Reality in Kulturerbestätten: Die Perspektive der Lehrkräfte. *Bildungswissenschaften*, 11(8), 405.
- Marín-Díaz, V., Sampedro, B., & Figueroa, J. (2022). Augmented Reality im Sekundarschulunterricht: Visionen von Lehrern. *Contemporary Educational Technology*, 14(2), ep348.
- Carreon, A., Smith, SJ, & Rowland, A. (2020). Augmented Reality: Erstellen und Implementieren digitaler Unterrichtshilfen. *Journal of Special Education Technology*, 35(2), 109-115.

Verweise

- Wen, Y., Wu, L., He, S., Ng, NHE, Teo, BC, Looi, CK, & Cai, Y. (2023). Integration von Augmented Reality in den forschenden Lernansatz im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Educational technology research and development*, 71(4), 1631-1651.
- Perifanou, M., Economides, AA, & Nikou, SA (2022). Ansichten von Lehrern zur Integration von Augmented Reality in den Unterricht: Bedarf, Chancen, Herausforderungen und Empfehlungen. *Future Internet*, 15(1), 20.
- Holley, D., & Howlett, P. (2016). Unsere Schullehrer einbinden: Ein Augmented Reality (AR)-Ansatz zur kontinuierlichen beruflichen Weiterbildung. In *E-Learning, E-Education und Online-Training: Zweite internationale Konferenz, eLEOT 2015*, Novedrate, Italien, 16.-18. September 2015, Überarbeitete ausgewählte Beiträge 2 (S. 118-125). Springer International Publishing.

