

## Was macht das K in MINKT?

- Ein Review zu Ansätzen von MINKT / STEAM in der naturwissenschaftlichen Bildung -

Nathalie Wolke, Susanne Heinicke

Universität Münster, Wilhelm-Klemm-Str.10, 48149 Münster  
nathalie.wolke@uni-muenster.de

### Kurzfassung

Der vorliegende Beitrag untersucht die Rolle von Kreativität und Kunst im Rahmen des MINKT-/STEAM-Unterrichtsansatzes auf Basis eines systematischen Reviews internationaler empirischer Studien (n = 22). Ziel ist es, die verschiedenen Verständnisse von K (Kunst oder Kreativität) im deutschsprachigen Begriff MINKT und die entsprechenden Konzepte im internationalen STEAM zu analysieren. Die Studien wurden in Anlehnung an PRISMA-Empfehlungen für systematische Reviews aus Scopus und Web of Science identifiziert und auf Eignung geprüft. Dabei konnten keine geeigneten deutschsprachigen Veröffentlichungen gefunden werden, sodass sich die Analyse rein auf Studien zu STEAM berufen muss. Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass eine Förderung von Kreativität in den Studien als zentrale Wirkung von STEAM-Interventionen gilt, wobei diese jedoch unterschiedlich definiert wird. Dabei besteht außerdem keine einheitliche Auffassung darüber, ob das A in STEAM für bildende und darstellende Kunst, Gesellschaftswissenschaften oder auch jegliche kreativen Tätigkeiten steht. Die Diskussion beleuchtet theoretische, didaktische und empirische Implikationen für die fächerübergreifende Lehre in den Naturwissenschaften und der Kunst.

### 1. Einleitung

Der zunehmende Ruf nach interdisziplinärem Lernen und der Förderung sogenannter 21st Century Skills wie Kreativität, Kommunikation, Kollaboration und kritischem Denken, die auf eine von immer neuen Herausforderungen geprägte Zukunft vorbereiten, hat in den letzten Jahren unter anderem zu verstärkten Überlegungen rund um die Umsetzung fächerübergreifender Projekte geführt (Bertelsmann Stiftung et al., 2019; Krüger & Chiappe, 2021). STEAM, als gemeinsamer projektorientierter Unterricht von STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) und A (Arts) (Bush & Cook, 2019) ist ein Beispiel für diesen Trend (Irwanto & Ananda, 2024; Krüger & Chiappe, 2021).

STEAM verfolgt das Ziel, kreative und analytische Kompetenzen gleichermaßen zu fördern und fokussiert dabei insbesondere auf die Kreativität (Perignat & Katz-Buonincontro, 2018; Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021). Diese gilt hierbei als eine Schlüsselkompetenz für Problemlösung, Innovation und gesellschaftliche Teilhabe im 21. Jahrhundert (Bertelsmann Stiftung et al., 2019) und soll durch den interdisziplinären STEAM-Ansatz besonders unterstützt werden (Colucci-Gray et al., 2017). Die Einbindung künstlerischer Elemente soll dabei helfen, Lernprozesse affektiver, kontextualisierter und schülerzentrierter zu gestalten (Perignat & Katz-Buonincontro, 2018; Irwanto & Ananda, 2024; Deutsche Telekom Stiftung, 2024). Außerdem soll der Ansatz in seiner Interdisziplinarität Parallelen zu realen Herausforderungen wie Nutzung von KI und Umgang mit dem Klimawandel aufzeigen, die ebenfalls interdisziplinärer

Natur sind, und so vernetzte Problemlösung und Innovation unterstützen (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021).

Gerade die Naturwissenschaften können von dieser Öffnung profitieren, da klassische Unterrichtsformen häufig als lebensfern und abstrakt erlebt werden, was sich in rückläufigem Interesse und sinkenden Studiendaten widerspiegelt (Düchs & Runge, 2023; Willems, 2007). Dieser Trend war auch einer der Gründe für die Entwicklung des STEAM-Ansatzes, der neben den Naturwissenschaften das Interesse an allen STEM-Fächern fördern soll (Perignat & Katz-Buonincontro, 2018). Aber auch der Kunstunterricht kann durch technikgestützte oder naturwissenschaftliche Zugänge an Interesse gewinnen, indem zum Teil starre Praktiken wie das „Abzeichnen“ Alternativen bekommen und er mehr Lernenden – jenseits klassischen Zeichnens – ästhetisch-gestalterische Erfahrungen ermöglicht (Berner & Glaser-Henzer, 2022). Auch zentrale Aspekte der künstlerischen Rezeption, wie die menschliche Wahrnehmung (Buschkühle, 2017), können so vor dem Hintergrund naturwissenschaftlicher Entdeckungen und Instrumente reflektiert werden.

Während in den USA und anderen internationalen Kontexten STEAM zunehmend implementiert wird (Perignat & Katz-Buonincontro, 2018), bleibt die Integration in deutschen Lehrplänen fragmentiert. Im deutschsprachigen Raum existiert mit dem Begriff MINKT eine annähernde Übersetzung, die das englische A durch das deutsche K ersetzt – wobei dieses sowohl für Kunst als auch für Kreativität stehen kann (Fthenakis, 2016; Mintuitiv, 2021; Haft, 2023). Diese Doppelbedeutung führt zu begrifflicher Unschärfe,

insbesondere wenn es darum geht, empirische Forschungsergebnisse zu interpretieren oder fächerübergreifend didaktische Modelle zu entwickeln. So ist z.B. eine häufige Überzeugung (35% befragter Lehrkräfte), Kreativität sei ausschließlich gleichbedeutend mit künstlerischem Tun wie Zeichnen oder Malerei – was sowohl wichtige Dimensionen der Kreativität als auch des Fachs Kunst vernachlässigt (Aljuhaiman & Mowrer-Reynolds, 2005; Newton & Bevertson, 2012).

Ziel dieses Beitrags ist es daher, auf Basis eines systematischen Literaturreviews aktueller empirischer Studien zentrale Erkenntnisse zur theoretischen Verankerung des A bzw. K in STEAM/MINKT zusammenzutragen und eine Übersicht über bisherige Forschungsergebnisse zur Wirkung von STEAM/MINKT auf die Kreativität zu geben.

## 2. Ein kurzer Einblick in die Kreativitätsforschung

Um den Zusammenhang von MINKT und Kreativität zu untersuchen, ist es wichtig, einen kurzen Einblick in den Forschungsdiskurs zur Kreativität zu geben.

Für Kreativität gilt gemäß einer (vergleichsweise) konsensuellen Standarddefinition (Colin, 2017) „creativity requires both originality (novelty) and effectiveness (usefulness)“ (Runco & Jaeger, 2012)“. Daneben existieren viele weitere Definitionen, mit Blick auf den naturwissenschaftlichen Unterricht sei hier noch die häufig zitierte Definition von Poincaré aus dem Feld der Mathematik genannt: „Creativity may be summed up as the ability to combine already existing elements into new combinations that are useful“ (Poincaré, 1908).

Bislang liegt noch kein allgemein akzeptiertes Konstrukt von Kreativität vor (Urban, 2004). Die Kreativitätsforschung ist ein eher junges Forschungsfeld, dass seit den 1950er Jahren stark von J.P. Guilford geprägt wurde. Sein Kreativitätsmodell steht bis heute im Diskurs und ist eines der wichtigsten akademischen Modelle der Kreativität (Urban, 2004). Es fasst Kreativität als sequenzielles Aufeinanderfolgen von Phasen konvergenten und divergenten Denkens auf (Guilford, 1956). Divergentes Denken ist die Fähigkeit, verschiedene mögliche Antworten oder unterschiedliche Lösungen für eine Frage zu finden. Im Gegensatz zum divergenten Denken ist konvergentes Denken eine Form des Denkens, die auftritt, wenn Individuen vorhandenes Wissen oder traditionelle Methoden nutzen, um die gegebenen Informationen zu analysieren und die beste Antwort zu erhalten (Guilford, 1956).

Neben dem Modell von Guilford existieren weitere Modelle, die Kreativität als einen Prozess auffassen, z.B. das frühe stufenbasierte Modell von Wallas (1926). Das Modell teilt den kreativen Prozess in vier Phasen von der aktiven Auseinandersetzung mit der Idee über die unbewussten Phasen der Inkubation und Illumination (den Moment der Idee) bis hin zur

bewussten Verifikation der Idee und weist somit darauf hin, dass nicht alle Prozessschritte bewusst ablaufen müssen.

Eine andere Herangehensweise als Prozessmodelle wählen die Systemmodelle von Kreativität, z.B. von Csikzentmihalyi (1999), die Kreativität als das Ergebnis von Wechselwirkungen zwischen einem System aus drei Elementen sehen: der Kultur, einem Individuum, das eine Neuheit in ein Gebiet einbringt, und Experten, die die Innovation erkennen und bestätigen. Auch der Vier-Ps-Rahmen (Rhodes, 1961), der die Elemente der Kreativitätsforschung als „person“, „product“, „process“ und „press“ strukturiert, denkt mit „press“ das Gebiet und seine Experten im Zustandekommen von Kreativität mit. Zu den Kreativitätsmodellen gehören auch Komponentenmodelle wie das von Urban (2004), das Bedingungen für das Zustandekommen kreativer Prozesse in individueller, nah-umwelt-bezogener und gesellschaftlich/historisch-globaler Dimension einteilt. Darüber hinaus ist auch die Vier-C-Theorie (Kaufmann & Beghetto, 2009), die verschiedene Arten von Kreativität von „Little C“ (kleine alltägliche Ideen/Lösungen) bis „Big C“ (gesellschaftlich relevante Ideen/Lösungen) klassifiziert, zu erwähnen. Die Vielfalt der Modelle, in die hier nur ein kleiner Einblick gegeben wurde, verdeutlicht die Fragmentierung des Bereichs.

Zur Messung von Kreativität wurden vor allem von amerikanischen Forschenden populäre Instrumente entwickelt und weltweit zur empirischen Forschung eingesetzt (Urban, 2004). Zu diesen gehört der „Torrance Test of Creative Thinking (TTCT)“. Bei diesem Test werden die Prüflinge aufgefordert, zu zeichnen und ihre Zeichnungen zu betiteln (figuraler Test) oder Fragen, Gründe, Konsequenzen einer Aussage oder verschiedene Verwendungsmöglichkeiten für Objekte aufzuschreiben (verbaler Test). Die Zeichnungen werden anhand von fünf mentalen Charakteristika („fluency“, „resistance to premature closure“, „elaboration“, „abstractness of titles“, and „originality“), die schriftlichen Antworten anhand von drei Charakteristika („fluency“, „flexibility“, and „originality“) bewertet. Figurativer und verbaler Test können einzeln oder gemeinsam eingesetzt werden (Torrance, 1981 (a);(b)).

Auch der „Alternative uses test“ von Guilford et al. (1978) fragt konkret nach möglichst vielen Verwendungen für ein Objekt, z.B. einen Ziegelstein, die in einer bestimmten Zeit aufgelistet werden sollen. Der Test fokussiert so insbesondere auf die Fähigkeit zu divergentem Denken. Andere Forschende kritisierten, dass Tests mit diesem Fokus zu viele Aspekte der Kreativität ignorieren und entwickelten eigene Instrumente. Z.B. Urbans TSD-Z (2004) gibt Kästchen, die wenige Fragmente beinhalten, vor, die weitergezeichnet werden sollen und bewertet die Kreativität der Zeichnung anhand von 14 Kategorien, in denen neben dem Zeitfaktor auch Begrenzungsüberschreitungen des Kästchens auf dem Blatt und vier Dimensionen der „Unkonventionalität“ beachtet werden. Neben

diesen Testinstrumenten und ihren Weiterentwicklungen existieren mannigfaltige quantitative und qualitative Erhebungsinstrumente für Kreativität, deren Vielfalt auch bei der Betrachtung der Erhebungsinstrumente der Studien in diesem Review deutlich wird (Kap. 5.4).

### 3. Forschungsfragen

Um zu analysieren, wie in aktueller empirischer Forschung Forschungsergebnisse zur Förderung von Kreativität durch MINKT/STEAM und das theoretische Verständnis von Kreativität und Kunst/Arts mit MINT/STEM zusammenhängen, verfolgt der systematische Review die folgenden vier Forschungsfragen.

- a) Wie wird das K in MINKT / das A in STEAM definiert?
- b) Welche Argumente für MINKT/STEAM werden genannt?
- c) Wie wird Kreativität konzeptualisiert? (Definitionen, Modelle)
- d) Welche empirischen Effekte auf Kreativität werden berichtet? (Ergebnisse, Erhebungsinstrumente)

### 4. Methodik

Zur Identifikation relevanter Studien wurde eine systematische Literatursuche nach den PRISMA-Richtlinien durchgeführt (Ziegler et al., 2011). Die Recherche erfolgte kriteriengeleitet in den Datenbanken Scopus und Web of Science mit Hilfe von Suchstrings, die systematische Literatursuchen ermöglichen (s. Kap.9).

Als Suchworte wurden „creativ\*“, „STEAM“ und „kreativ\*“, „MINKT“ verwendet, da der Fokus insbesondere auf den Zusammenhängen zwischen Kunst und Kreativität innerhalb von MINKT bzw. STEAM lag. Berücksichtigt wurden Studien im Zeitraum von 2003–2024, da der STEAM-Ansatz erstens selbst noch jung ist und zweitens insbesondere in den letzten Jahren ein zunehmender Trend zu Veröffentlichungen zum Thema erkennbar ist (Irwanto & Ananda, 2024). Hinsichtlich des Alters der Lernenden wurden Studien ausgewählt, bei denen Lernende im Primar- und Sekundarbereich oder als Studierende an Universitäten und Colleges etc. verortet sind. Es wurden sowohl Studien in formalen Bildungssettings als auch an außerschulischen Lernorten berücksichtigt. Studien, die z.B. mit Mitarbeitenden eines Industrieunternehmens durchgeführt wurden, wurden ausgeschlossen. Bei der Erstellung der Suchstrings wurden zudem weitere Ausschlusskriterien einbezogen, die dazu dienten, möglichst viele Studien, die nicht den beschriebenen Rahmenbedingungen genügen, bereits automatisch auszuschließen.

Nach Festlegung der Suchstrings wurden die Suchergebnisse der beiden Datenbanken Scopus und Web of Science zunächst auf Duplikate geprüft

(Identifikation). In diese Gesamtliste wurden sämtliche Titel und Abstracts auf Passung zu den genannten Kriterien geprüft, sodass bereits zahlreiche Studien ausgeschlossen wurden (Vorauswahl). Für die jeweils übrigen Studien erfolgte eine weitere Prüfung auf Grundlage der Volltexte (Eignung). Sowohl bei der Vorauswahl als auch bei der Eignungsprüfung wurden Studien ausgeschlossen, die sich z.B. nur mit MINT-Fächern (STEM) oder nur Kunstunterricht befassten oder in der Art der Publikation keine Studien darstellen, sondern als Theoriebeitrag, Review, Meta-Analyse etc. zu charakterisieren sind.

Insgesamt wurden so 621 Treffer identifiziert. Nach der Entfernung von Duplikaten verblieben 522 Beiträge. Im Rahmen der Eignungsprüfung anhand von Abstracts und Titeln wurden 455 ausgeschlossen. Die kombinierte Suche nach STEAM/MINKT und kreativ\*/kreativ\* (s. Kap.9) ergab nur sechs Treffer mehr als eine vergleichende Suche nur nach STEAM und kreativ\*, und keiner der zusätzlichen Treffer war gemäß Titel und Abstract für den Review thematisch geeignet. Weitere 45 Studien konnten aufgrund inhaltlicher Unschärfen nach einer Volltextprüfung nicht in die finale Analyse einbezogen werden. So verblieben 22 Studien, die einer detaillierten Inhaltsanalyse unterzogen wurden.

### 5. Ergebnisse

Die Ergebnisse werden nun strukturiert anhand der Forschungsfragen erläutert, wobei zuerst ein Überblick über die Charakteristika der 22 berücksichtigten Studien gegeben wird.

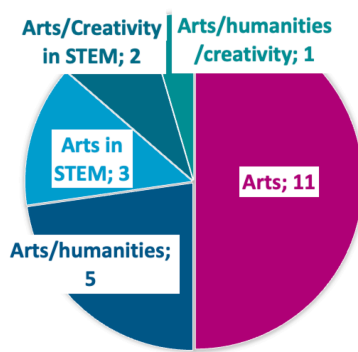
#### 5.1 Überblick über die Studien

Bei der Herkunft der Studien sowie bei der Verteilung von Methodiken, Erscheinungsjahren und untersuchten Stichproben sowie beim fachlichen Hintergrund der Publikationen zeigt sich je eine Tendenz:

- a) Knapp die Hälfte der Studien kommt aus Asien.
- b) Die quantitative Methodik zur Erfassung der Kreativität überwiegt.
- c) Der Großteil der Studien wurde 2021–2023 veröffentlicht, die meisten davon 2023.
- d) Etwas mehr als die Hälfte der Studien fokussierten auf Lernende im Alter der deutschen SEK I, aber auch Grundschule, Hochschule und SEK II waren vertreten.
- e) Nur zwei der 22 Studien sind von Autoren mit künstlerischen bzw. kunstdidaktischem Hintergrund verfasst (9; 19).

#### 5.2 Verständnis des A/K in STEAM/MINKT

Da keine deutschsprachigen Studien identifiziert werden konnten, beziehen sich die Ergebnisse, die Abb. 1 zu finden sind, auf das A in STEAM.



**Abb.1:** Übersicht über die Definitionen des A in STEAM innerhalb der 22 Studien (eigene Darstellung)

In der Mehrzahl der Studien wurde das A mit Kunst bzw. klassischen künstlerischen Disziplinen gleichgesetzt. Einige Arbeiten interpretierten das A hingegen abstrakter als Synonym für künstlerische, kreative Ausdrucksformen in STEM-Fächern (5; 18) oder als „das Künstlerische“ in STEM-Fächern (7; 16), wie z.B. Formate von Wissenschaftskommunikation. Einige Studien zählen zu „Arts“ auch „Humanities“ (10, 11, 12, 14; 22) und/oder „creativity“ (8) hinzu.

Darüber hinaus betonten einige Studien eine Verwandtschaft des STEAM-Ansatzes mit anderen Unterrichtsansätzen. Insbesondere dem

- a) Problem-Based-Learning (4; 10; 13; 14; 15; 17; 21) und
- b) Design (4; 13; 14),
- c) der Maker culture (19) und dem
- d) 6E-learning (13) sowie
- e) CAIM (10).

### 5.3 Potentiale von STEAM

Die untersuchten Studien nennen eine Vielzahl von Argumenten für STEAM. Dabei liegen diese Potentiale häufig in der Förderung bestimmter Fähigkeiten wie der Kreativität, aber auch auf der Ebene von Interesse, Motivation und dem Umgang mit Emotionen. Konkret wurden folgende Potentiale genannt:

- a) Kreativität: Das Potential von STEAM zur Förderung von Kreativität wird von allen Studien genannt, wobei sich die Studien aus künstlerischem/kunstdidaktischem Kontext insbesondere auf kollaborative Kreativität beziehen (9; 19) oder auch die verbesserte Reflexion des eigenen kreativen Prozesses durch STEAM betonen (9).
- b) Attraktivität von STEM: Das zweithäufigste Argument (19 Studien) ist die Steigerung der Attraktivität der STEM-Fächer anhand der Möglichkeit, eine heterogenere Gruppe Lernender durch die Einbindung von „Arts“ anzusprechen. Einige Studien beziehen sich auf Motivation (5; 11; 15) und Interesse (3; 10; 14; 16) in den (STEM-) Fächern und wenige gehen sogar so weit zu sagen, dass STEAM dem „schlechten Ruf“ der STEM-Fächer entgegenwirkt (5; 11).

- c) Fachübergreifende Skills: Fähigkeiten, die über die Fachgrenzen hinausgehen, werden von 15 Studien genannt. Der Begriff der 21st century Skills wird dabei explizit in vier Studien erwähnt (15; 16; 17; 19), und zwei beziehen sich auf eine Förderung von Scientific Literacy (10; 18). Genannt werden aber auch andere übergreifende Potentiale wie die Förderung kognitiver Entwicklung durch Interdisziplinarität (14).
- d) STEM-Skills: Zehn Studien sprechen STEAM Potential zur Verbesserung von Fähigkeiten in STEM-Fächern zu, z.B. von naturwissenschaftlichen und mathematischen Fähigkeiten (12; 17; 18) oder ein verbessertes Verständnis für Technologie (10; 18)
- e) Emotionale Sensitivität und Regulation: Neun Studien beziehen emotionale Aspekte in die Potentiale von STEAM ein. So sprechen zwei Studien STEAM ein Potential für die Förderung emotionaler Sensitivität zu (4; 14). Der emotionale Impact der „Arts“-Anteile im Unterricht ließe sich auf die Naturwissenschaften übertragen, wodurch gleichzeitig kognitive als auch affektive Lernprozesse angestoßen werden (5; 6; 16).
- f) Verbindung zur Realität: Sieben Studien betonen die Bezüge von STEAM zu realen Problemen (6; 10; 11; 14; 16; 18; 22). Hervorgehoben wird z.B. insbesondere, dass die Einbeziehung der Künste in STEAM den interdisziplinären Charakter von realem Problemlösen, realem Design und realer Innovation verdeutlicht, welcher neben den Natur- und Ingenieurwissenschaften auch die Geistes- und Sozialwissenschaften sowie die Künste umfasst (22).
- g) Art skills: Vier Studien betonen die Potentiale von STEAM für die Förderung künstlerischer Fähigkeiten, wobei eine (17) insbesondere „craft art skills“ hervorhebt und die drei anderen Studien auf globaler Ebene das Potential von STEAM betonen, Fähigkeiten in allen fünf Fachrichtungen zu fördern (3; 10; 14).

### 5.4 Kreativitätsdefinitionen und -modelle

Die genannten Definitionen sind hier anhand der wörtlichen Definitionen paraphrasiert und ähnliche Definitionen so zu einer zusammengefasst.

Die an die Definition von Runco & Jäger (2012) angelehnte paraphrasierte Definition „Creativity is creating something that is novel, original and useful“ wird von elf Studien genutzt (1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 14; 19; 22). Am zweithäufigsten ist eine Definition, die soziokulturelle Prozesse mitdenkt, ähnlich zu „Creativity is a complex socio-cultural process that requires great openness from both the individual and its social environment“ (4; 5; 6; 9; 12; 19). Eine dritte Herangehensweise fokussiert das Problemlösen analog zu „Creativity is a complex process of identifying and solving problems“ (5; 12; 14; 19; 21).

Weitere Definitionen beziehen sich auf die Beschreibung messbarer Elemente von Kreativität wie „ACT“ und „FLOW“ (5; 6) oder die Definition messbarer Elemente von Torrance in Anlehnung an den TTCT (6; 14; 19). Viele Studien nennen mehrere Definitionen gleichzeitig, um den vielfältigen Forschungsdiskurs zur Kreativität deutlich zu machen (4; 5; 6; 12; 14; 15; 19; 21; 22). Neun der Studien verweisen darüber hinaus explizit darauf, dass Kreativität trainiert und entwickelt werden kann (1; 3; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 21). Drei Studien verzichten auf eine Definition der Kreativität und betonen stattdessen besonders ihre Relevanz als 21. Century Skill (11; 16; 17).

Vielfältige Modelle der Kreativität kamen ebenfalls zur Anwendung, vor allem Prozessmodelle, die Kreativität als sequenzielles Aufeinanderfolgen von bestimmten Phasen begreifen, z.B. das Modell von Guilford (7; 8; 10; 19). Außerdem wurden vermehrt Systemmodelle wie von Csikszentmihályi (4; 9) genannt, die Kreativität als Ergebnis des Wechselspiels zwischen Individuum, Domäne und Rezipient begreifen. Auch unterrichtsbezogene Modelle von Kreativität wie von Williams (10; 13), oder sogar spezifiziert für den Naturwissenschaftsunterricht von Hong (12), wurden beschrieben. Auch von diesen Modellen wurden teils mehrere in einer Studie genannt, um den facettenreichen Forschungsdiskurs abzubilden. Auffällig ist außerdem die Häufigkeit unterrichtsbezogener Kreativitätsmodelle.

Teilweise bestimmte das Modell die Wahl eines Erhebungsinstruments, so z.B. beim Modell von Hong, dass sich auf „Science Classroom Creativity“ bezieht. Das Erhebungsinstrument testete an dieser Stelle gezielt „Scientific Classroom Creativity“ (12) (siehe Kap. 3.4). Somit stellt sich die Frage der Bewertung der Kreativität als domänenspezifische oder domänenübergreifende Fähigkeit. Vier Studien verorten Kreativität als domänenspezifische Fähigkeit (8; 12; 20; 21), und fokussieren auf Kreativität im naturwissenschaftlichen Kontext mit methodisch-analytischem Denken („Scientific Creativity“). Im Gegensatz dazu verorten fünf Studien Kreativität als domänenübergreifende Fähigkeit (3; 5; 7; 8; 14). Die andere Hälfte der Studien nimmt zu dieser Frage keine Stellung.

### 5.5 Empirische Effekte auf Kreativität und deren Erhebung

Quantitativ werden mehrheitlich positive Effekte von STEAM-Interventionen auf die Kreativität berichtet. Über ein Viertel der Studien stellen signifikant positive Effekte fest (2; 4; 8; 14; 20). Positive Effekte werden von acht Studien berichtet (1; 6; 7; 10; 13; 15; 17; 21). Ein kleiner positiver Effekt wurde von drei Studien berichtet (12; 16; 18) und zwei stellten keinen Effekt fest (3; 5).

Dabei ist zu betonen, dass die Studie von Thuneberg et al. (2023) den Einfluss von Kreativität auf die Ergebnisse eines Wissenstests untersuchte und nicht die

Kreativität Prä/Post. Die Ergebnisse des Wissenstests unterschieden sich signifikant positiv, jedoch hatte nur eine der beiden untersuchten Variablen von Kreativität („ACT“ und „FLOW“), in diesem Fall „FLOW“, einen Einfluss auf die Post-Ergebnisse. Ob man die Studie daher unter „kleiner Effekt“ oder „kein Effekt“ (da sie die Kreativität nur zu einem Zeitpunkt misst) einordnet, ist aufgrund des leicht anderen Fokus‘ der Studie im Vergleich zu den anderen nicht ganz eindeutig. Es wurde dennoch entschieden, die Studie aufzunehmen, da sie eine Korrelation von „FLOW“ mit dem Ergebnis im Post-Wissenstest feststellt. Die Studie von Alexopoulos et al. (2021) fand signifikant positive Effekte der STEAM-Intervention nur auf „ACT“ im Prä/Post-Kreativitätstest. Auch in Verbindung mit der Studie von Conradt & Bogner (2019a), die weder bei „ACT“ noch bei „FLOW“ im Prä-Post-Kreativitätstest eine Veränderung feststellen konnte, ist dieses Ergebnis, dass „FLOW“ Einfluss auf die Leistung im Post-Wissenstest hat, interessant.

Der CPAC mit den Dimensionen „ACT“ und „FLOW“ wurde somit in vier Studien verwendet (2; 5; 6; 18). Die anderen Studien nutzten vor allem Variationen des TTCT (1; 4; 8; 13; 14). Ein weiterer domänenübergreifender Kreativitätstest ist in den Studien neben dem TTCT der „Alternative uses test“ von Guilford (7; 8). Zwei Studien nutzen darüber hinaus einen „Self-Assessment“-Fragebogen zu kreativen Fähigkeiten (7; 8). Domänenspezifische Testinstrumente waren der „Scientific Creativity Test“ (8; 20; 21) und der „Scientific Classroom Creativity Test“ (12). Weitere Studien nutzen darüber hinaus einen eigenen Fragebogen (17) oder einen Bewertungsbogen für das kreative Produkt (10).

Die qualitativen Analysen (als Teil von mixed-methods-Studien oder als qualitative Studie) nutzen Beobachtungen (12) und (Gruppen)-Interviews (13), um die Kreativität der Lernenden in STEAM Interventionen zu untersuchen (9; 11; 17; 22). Auch die kreativen Produkte werden analysiert (12; 19; 22). Daneben kommt auch die Analyse und Kodierung von Videoaufnahmen des kreativen Arbeitsprozesses zum Einsatz (19). Eine Studie erhob zusätzlich ein „visual journal“ (schriftlich und visuell) und ein „reflexion paper“ (schriftlich) (9). Die Studien stufen die Kreativität bei der Arbeit am STEAM-Projekt anhand von Interviews und Beobachtungen insgesamt als sehr hoch ein.

Darüber hinaus fokussieren die qualitativen Studien aus dem künstlerischen Bereich (9; 19) auf die kollektive Kreativität im Team, wobei das Potential für kreative Kollaboration anhand der Gruppeninterviews, der „visual journals“ und „reflexion paper“ als immens bewertet wird (9) und die Anzahl kodierter Einheiten in Videoaufnahmen der Gruppen auf ein hohes Maß an kollektiver Kreativität im Dialog über STEAM-Aufgabestellungen hindeutet (19). Außerdem konnte festgestellt werden, dass Lernende

während der STEAM Projekte ein Bewusstsein für den eigenen kreativen Prozess entwickeln (9).

## 6. Diskussion

Die Ergebnisse unterstreichen das Potenzial von STEAM zur Förderung kreativer Fähigkeiten, zeigen jedoch auch, dass die theoretische Fundierung des Ansatzes noch unklar ist. Besonders kritisch ist die unklare begriffliche Abgrenzung des A. Zwar gibt es eine Tendenz zur Definition des A in STEAM als „Arts“, allerdings lässt sich diese auch teilweise durch eine fehlende inhaltliche Tiefe bei der Definition des Ansatzes begründen. So wurde häufig nur das Akronym STEAM erklärt und wenig auf die „Arts“-Komponente eingegangen. Nur die beiden Studien aus künstlerischen/kunstdidaktischem Kontext beziehen sich konkret auf das Fach Kunst und beleuchten es genauer (9, 19). Kim et al. (2023), als einzige andere Studie, betrachten „Arts“ etwas differenzierter als die „freien Künste“ und gehen darauf ein, dass diese neben bildender Kunst auch Kunstgeschichte und Literatur beinhalten.

Diese Ergebnisse zum A in STEAM auf das K in MINKT zu übertragen ist grundsätzlich nur bedingt möglich, da das deutsche MINT das Fach Informatik anstatt dem engl. Engineering beinhaltet und somit MINT und STEM nicht gleichzusetzen sind. Aber selbst, wenn man eine gewisse Übertragbarkeit annimmt, sind die Ergebnisse mit Blick auf die Frage „K = Kunst oder Kreativität?“ wenig aussagekräftig. Die Tendenz zu „A = Arts“ kann auf das deutschsprachige „Kunst“ nicht eindeutig übertragen werden, da das Schulfach Kunst nur die bildende Kunst und ihre gestaltenden Praktiken einschließt und von Musik, Theater oder Literatur getrennt wird. Bereits Perignat & Katz-Buonincontro stellten 2018 fest, dass das A in STEAM uneinheitlich als „visual arts“ oder auch „performing arts (dance, music, theater)“ definiert wird, was sich hier erneut bestätigt.

Auch eine eindeutige deutschsprachige Definition des K als Kreativität ließe sich anhand der Ergebnisse nicht begründen, da keine der Studien, die „creativity“ für das A nennen, diese von „Arts“ getrennt betrachten. Darüber hinaus spricht auch die ungeklärte Frage nach der Domänenspezifität der Kreativität gegen eine solche Definition, da im Falle der Deutung von Kreativität als naturwissenschaftlichen Kreativität („Scientific Creativity“) die Facette der Kunst völlig aus dem Ansatz verschwinden würde.

Es scheint also vor dem Hintergrund von STEAM-Definitionen notwendig, eine erweiterte Bezeichnung für MINKT zu finden, die beide „Ks“ explizit beinhaltet und so fachsensibel differenziert betrachtet. Die bisherige systematische Literatursuche führte allerdings nicht zu deutschsprachigen Ergebnissen zum Thema. Es könnten daher statt des Suchstichworts „MINKT“ auch die einzelnen Fächer, z.B. „Physik“ und „Kunst“ in Verbindung mit „kreativ“ gesucht werden, da die Suche zum Stichwort MINKT bisher

keine themenbezogenen Ergebnisse liefern konnte. Hier deutet sich eine bestehende Forschungslücke zum deutschsprachigen MINKT-Ansatz an, die neue theoretische und empirische Forschung notwendig macht.

An dieser Stelle lässt sich darüber hinaus in Frage stellen, ob die zusammengetragenen empirischen Ergebnisse zur Förderung von Kreativität durch die STEAM-Interventionen überhaupt miteinander in Verbindung gebracht werden können, da in den Studien so unterschiedliche Definitionen, Modelle und Erhebungsinstrumente für die Kreativität verwendet wurden. Es lässt sich allerdings in Anbetracht des vielfältigen Forschungsdiskurses zum Konstrukt der Kreativität (s. Kap. 2) andersherum ebenso feststellen, dass sich über verschiedenste Facetten von Kreativität (domänenübergreifende und naturwissenschaftsspezifische, unterrichtsbezogene, jene, die auf divergentes Denken fokussieren und jene, die kollaborative Kreativität in den Blick nehmen) positive Effekte von STEAM-Interventionen auf die Entwicklung dieser Kreativitätsfacette feststellen lassen. Dies gibt womöglich einen Hinweis darauf, dass STEAM Kreativität in weiten Teilen fördern kann. Nicht bewertet werden können dabei allerdings die drei Studien, die keine Definition von Kreativität nannten.

In Anbetracht der Tatsache, dass 35% befragter Lehrkräfte Kreativität mit künstlerischem Tun gleichsetzen, wäre es darüber hinaus notwendig, dieses „Facettenreiche“ der Kreativität, dass sich im Forschungsdiskurs und auch in den hier untersuchten empirischen Studien zeigt, mehr in Schule und andere Bildungsinstitutionen zu tragen.

## 7. Fazit

STEAM – und mit gewissen Einschränkungen auch MINKT – bietet ein vielversprechendes Modell zur Förderung kreativer, interdisziplinärer Kompetenzen. Die Mehrheit der empirischen Studien berichtet von positiven Wirkungen auf die Kreativität. Allerdings bleibt unklar, wofür genau das K in MINKT stehen kann. Analysen des A in STEAM ergaben neben Kunst und Kreativität auch noch darstellende Künste wie Musik und Theater.

Für die deutschsprachige Forschung ergibt sich daraus ein doppelter Handlungsauftrag:

1. Entwicklung klarer, domänensensibler Theorierahmen für Kunst, Kreativität und MINT im gemeinsamen Unterricht.
2. Durchführung empirischer Studien zur Umsetzung von MINKT und zu seiner Wirksamkeit – idealerweise in Zusammenarbeit zwischen Kunst- und MINT-Lehrkräften mit Bildungsforschung.

Besonders im MINT-Fach Physik bietet sich viel Potenzial in der Verbindung mit der Kunst: Licht- und Farbmischungsexperimente, akustische Visualisierungen, mechanische Skulpturen, gestalterische Modellbildung – all dies kann Lernräume eröffnen, in

denen Kunst und Fachlichkeit ein kreatives produktives Spannungsverhältnis eingehen. Diese Potentiale gilt es, in zukünftiger Forschung theoretisch und empirisch vertieft zu untersuchen.

## 8. Studien aus dem Review

- 1 Abueita, J. D., Alsabeelah, A., & Humaidat, M. A. (2022). The impact of the STEAM approach on innovative thinking and academic achievement in the educational robot subject among eighth-grade students in Jordan. *Journal of Educational and Social Research*, 12(1), 188–203. <https://doi.org/10.36941/jesr-2022-0016>
- 2 Alexopoulos, A. N., Paolucci, P., Sotiriou, S. A., Bogner, F. X., Dorigo, T., Fedi, M., Michelotto, M., Paòletti, S., & Scianitti, F. (2021). The colours of the Higgs boson: A study in creativity and science motivation among high-school students in Italy. *Smart Learning Environments*, 8(23), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00169-4>
- 3 Azaryuha, L., Broza, O., Cohen, S., HersHKovitz, S., & Adi-Japha, E. (2023). Development of creative thinking patterns via math and music. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101196. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101196>
- 4 Chang, C.-Y., Du, Z., Kuo, H.-C., & Chang, C.-C. (2023). Investigating the impact of design thinking-based STEAM PBL on students' creativity and computational thinking. *IEEE Transactions on Education*, 99, 1–12. <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3297221>
- 5 Conradty, C., & Bogner, F. X. (2019). From STEM to STEAM: Cracking the code? How creativity & motivation interact with inquiry-based learning. *Creativity Research Journal*, 31(3), 284–295. <https://doi.org/10.1080/10400419.2019.1641678>
- 6 Conradty, C., & Bogner, F. X. (2020). STEAM teaching professional development works: Effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(26). <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9>
- 7 Gallagher, D., & Grimm, L. R. (2018). Making an impact: The effects of game making on creativity and spatial processing. *Thinking Skills and Creativity*, 28, 138–149. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.05.001>
- 8 Gu, X., Tong, D., Shi, P., Zou, Y., Yuan, H., & Chen, C. (2023). Incorporating STEAM activities into creativity training in higher education. *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101395. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101395>
- 9 Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Constantino, T. E., Kellam, N. N., & Walther, J. (2015). Collaborative creativity in STEAM: Narratives of art education students' experiences in transdisciplinary spaces. *International Journal of Education & the Arts*, 16(15). <http://www.ijea.org/v16n15/>
- 10 Hsiao, H.-S., Chen, J.-C., Chen, J.-H., Zeng, Y.-T., & Chung, G.-H. (2022). An assessment of junior high school students' knowledge, creativity, and hands-on performance using PBL via a cognitive-affective interaction model to achieve STEAM. *Sustainability*, 14(9), 5582. <https://doi.org/10.3390/su14095582>
- 11 Izadinia, R. (2023). "I could feel a kind of keen air of excitement": Using IVR to foster girls' confidence, interest, and engagement in STEAM. *Journal for STEM Education and Research*, 6, 456–479. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00108-7>
- 12 Kim, E. S., Chu, H.-E., & Song, J. (2023). Development and impact of an intercultural STEAM program on science classroom creativity. *Asia-Pacific Science Education*, 9, 106–141. <https://doi.org/10.1163/23641177-BJA10058>
- 13 Lu, S.-Y., Wu, C.-L., & Huang, Y.-M. (2022). Evaluation of disabled STEAM students' education learning outcomes and creativity under the UN sustainable development goal: Project-based learning-oriented STEAM curriculum with Micro:bit. *Sustainability*, 14(2), 679. <https://doi.org/10.3390/su14020679>
- 14 Ozkan, G., & Topsakal, U. U. (2021). Exploring the effectiveness of STEAM design processes on middle school students' creativity. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(95), 95–116. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09547-z>
- 15 Putri, A. S., Prasetyo, Z. K., Purwastuti, L. A., Prodjosantoso, A. K., & Putranta, H. (2023). Effectiveness of STEAM-based blended learning on students' critical and creative thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(1), 44–52. <http://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.22506>
- 16 Salmi, H., Thuneberg, H., Bogner, F. X., & Fenyvesi, K. (2021). Individual creativity and career choices of pre-teens in the context of a math-art learning event. *Open Education Studies*, 3, 147–156. <https://doi.org/10.1515/edu-2020-0147>
- 17 Setyanto, A., Murtiyasa, B., & Sumardi. (2020). Development of 21st-century skills in mathematics learning with STEAM in MTs Negeri 2 Wonogiri. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11), 5513–5528. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081155>
- 18 Thuneberg, H. M., Salmi, H. S., & Bogner, F. X. (2018). How creativity, autonomy, and visual

- reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.003>
- 19 Timotheou, S., & Ioannou, A. (2021). Collective creativity in STEAM making activities. *The Journal of Educational Research*, 114(2), 130–138. <https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1873721>
- 20 Tran, N.-H., Huang, C.-F., & Hung, J.-F. (2021). Exploring the effectiveness of STEAM-based courses in junior high school students' scientific creativity. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.666792>
- 21 Tran, N.-H., Huang, C.-F., Hsiao, K.-H., Lin, K.-L., & Hung, J.-F. (2021). Investigation on the influences of a STEAM-based curriculum on the scientific creativity of elementary school students. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.694516>
- 22 Weng, X., Ng, O.-L., Cui, Z., & Leung, S. (2023). Creativity development with problem-based digital making and block-based programming for science, technology, engineering, arts, and mathematics learning in middle school contexts. *Journal of Educational Computing Research*, 61(2), 304–328. <https://doi.org/10.1177/07356331221115661>
- ## 9. Suchstrings
- ### Scopus
- TITLE-ABS-KEY (creativ\* OR kreativ\*) AND TITLE-ABS-KEY (steam OR minkt) AND SUBJAREA (psyc OR soci OR arts) AND LANGUAGE (english OR german) AND PUBYEAR > 2003 AND PUBYEAR < 2024 AND DOCTYPE ( ar OR re ) AND NOT INDEX ( medline ) AND NOT TITLE ( medical OR medicine OR clinical OR health OR tourism OR politics OR sociology )
- ### Web of Science
- TS=(creativ\* OR kreativ\*) AND TS=(“steam” OR “minkt”) AND LA=(English) AND PY=(2004-2023) AND DT=(Article OR Review) NOT TI=(medical OR medicine OR clinical OR health OR tourism OR politics OR sociology) NOT SU=(engi\* OR comp\* or busi\* or econ\* or math\*)
- ## 10. Literatur
- Aguilera Morales, David & Ortiz-Revilla, Jairo. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*. 11. 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Aljughaiman, A., & Mowrer-Reynolds, E. (2005). Teachers' conceptions of creativity and creative students. *The Journal of Creative Behavior*, 39, 17–34. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2005.tb01247.x>
- Berner, N., & Glaser-Henzer, E. (2022). Kunst als Unterrichtsfach. In *Handbuch Schulforschung*. Springer.
- Bertelsmann Stiftung, Deutsche Telekom Stiftung, Education Y e.V., Global Goals Curriculum & Siemens Stiftung. (2019). *OECD Lernkompass 2030*. <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/oecd-lernkompass-2030-all>
- Buschkühle, C. P. (2017). Bildung im künstlerischen Projekt. In *Fokussierte Komplexität. Ebenen von Kunst und Bildung* (S. 261–265). ATHENA.
- Bush, S. B., & Cook, K. L. (2019). Structuring STEAM inquiries: Lessons learned from practice. In M. S. Khine & S. Areepattamannil (Eds.), *STEAM Education* (pp. 19–35). Springer.
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Cooke, C., Davies, R., Gray, D., & Trowsdale, J. (2017). Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: How can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education? (BERA Research Commission). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22452.76161>
- Csikszentmihályi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity* (S. 313–335). Cambridge University Press.
- Düchs, G., & Runge, E. (2023). Studium in der Verlängerung: Statistiken zum Physikstudium in Deutschland. *Physik Journal*, 22(8/9), 33–39.
- Fthenakis, W. E. (2016). Aus MINT wird MINKT: Neue Verbindung von MINT und Kunst. Niedersächsisches Institut für frühkindliche Bildung und Entwicklung (nifbe). <https://www.nifbe.de/fachbeitraege/aus-mint-wird-minkt/>
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444–454.
- Guilford, J.P., Christensen, P.R., Merrifield, P.R., & Wilson, R.C. (1978). *Alternate Uses: Manual of instructions and interpretations*. Orange, CA: Sheridan Psychological Services.
- Haft, M. (2023, 29. August). Von MINT zu MINKT: Mit Kunst zu neuen Fachkräften. Bundesagentur für Arbeit. <https://www.arbeitsagentur.de/faktor-a/arbeitswelt-gestalten/mit-minkt-zu-kreativen-mint-fachkraeften>
- Irwanto, Irwanto & Ananda, Lintang. (2024). A systematic literature review of STEAM education in the last decade. <https://doi.org/10.1063/5.0182945>
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four C model of creativity.



- Review of General Psychology, 13(1), 1–12.  
<https://doi.org/10.1037/a0013688>.
- Krüger, Wilson & Chiappe, Andres. (2021). 21st-century skills and their relationship to STEAM learning environments: a review. *Revista de Educación a Distancia*, 21(9), 1-22.  
<https://doi.org/10.6018/red.470461>.
- Mintuitiv. (2021). MINKT – Wie Kunst MINT auf das nächste Level hebt. <https://www.mintuitiv.de/blogs/mint/minkt-wie-die-kunst-mint-auf-das-nachste-level-hebt>.
- Newton, L., & Beverton, S. (2012). Pre-service teachers' conceptions of creativity in elementary school English. *Thinking Skills and Creativity*, 7, 165–176.  
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.02.002>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43.  
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Poincaré, H. (1908). *Science and Methods* (F. Maitland, Trans.). Cosimo Inc. (Reprint 2012).
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *Phi Delta Kappan*, 42, 305–311.
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96.  
<https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Torrance, E. P. (1981a). Predicting the creativity of elementary school children (1958 80) and the teacher who "made a difference." *Gifted Child Quarterly*, 25, 55-62.
- Torrance, E. P. (1981b). Empirical validation of criterionreferenced indicators of creative ability through a longitudinal study. *Creative Child and Adult Quarterly*, 6, 136-140.
- Urban, K. K. (2004). *Kreativität: Herausforderung für Schule, Wissenschaft und Gesellschaft* (1. Aufl.). LIT Verlag.
- Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*. C.A. Watts & Co.
- Willems, K. (2007). *Schulische Fachkulturen und Geschlecht: Physik und Deutsch – natürliche Gegenpole?* (Bd. 10). transcript.
- Ziegler, A., Antes, G., & König, I. (2011). Bevorzugte Report Items für systematische Übersichten und Meta-Analysen: Das PRISMA-Statement. *DMW – Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 136(8), e9–e15.  
<https://doi.org/10.1055/s-0031-1272978>