

## Lernen durch Zeichnen

- Die Methode des Zeichnens im Physikunterricht -

**Peter Michael Westhoff, Susanne Heinicke**

Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster, Wilhelm-Klemm-Str. 10, 48149 Münster  
peterm.westhoff@uni-muenster.de, susanne.heinicke@uni-muenster.de

### Kurzfassung

Einstein, da Vinci, Darwin, Jobs und Penrose – alles namhafte Wissenschaftler und Erfinder, von denen bekannt ist, dass viele ihrer Arbeiten auf eindruckliche Zeichnungen, selbsterstellte Skizzen und Abbildungen zurückzuführen sind. Wie effektiv die Methoden des Zeichnens für das Lernen und Verstehen ist und inwiefern sie sich von anderen Methoden abgrenzt, ist bislang wenig beforscht. In dem Projekt wird der Frage nachgegangen, wie diese Methode für das selbständige und das Lernen und Erinnern in formalen Lernsettings der (Hoch-)Schule eigenen und sinnvoll ein- und umgesetzt werden kann. Dabei wird u.a. betrachtet, wie sich die Kreativität und weitere Persönlichkeitsmerkmale in Bezug auf Lernförderlichkeit auswirken. Erste Ergebnisse aus Studien zeigen eine hohe Motivation und Selbsteinschätzung hinsichtlich der Kreativität. Im Besonderen das Zeichnen stößt bei den Lernenden auf Zustimmung und Interesse es im Unterricht anzuwenden. In Bezug auf die Kreativität von Fächern werden die naturwissenschaftlichen im Gegensatz zu den musischen Fächern hingegen von den Probanden als deutlich un kreativer eingeschätzt.

### 1. Einleitung

Kreativität ist für die Naturwissenschaften von entscheidender Bedeutung, wenn es z.B. darum geht auf neue Ideen und Entwicklungen zu kommen. Von Albert Einstein stammt nicht nur der oft zitierte Satz „Phantasie ist wichtiger als Wissen, denn Wissen ist begrenzt“, sondern auch der gerade auf die Wissenschaft bezogene EJASE-Prozess (1952), den er in seinem Brief an Maurice Solovine niederschrieb (Seelig & Einstein, 2005). Dabei sieht er den entscheidenden Aspekt des wissenschaftlichen Arbeitens und der Entwicklung von „elementaren Gesetzen“ in einem nicht logisch herleitbarem Weg, dem später von Gerald Holton bezeichneten „Jump“ (Holton, 1979). Zu diesem führt nur die aus der Einfühlung sich stützende Intuition (Seelig & Einstein, 2005) als einem Akt kreativen Denkens. Doch welche Rolle spielt die Kreativität im aktuellen Physikunterricht und wie kann sie beim Lernen sinnvoll eingebracht werden?

#### 1.1. Aus der Geschichte der Physik

Gerade die Naturwissenschaften und die Physik zeichnen sich in ihrer gesamten Geschichte dadurch aus, dass Forscherinnen und Forscher Versuchsaufbauten, Gedankenschritte, Zusammenhänge und Erkenntnisse in Abbildungen festhalten. Seien es die Notizbücher von Galileo Galilei, in denen er seine Theorien über die Weltmodelle festhält, Leonardo Da Vinci mit seinen Zeichnungen von mechanischen Bauteilen (Leonardo Da Vinci, 1485) oder aus der Biologie Charles Darwin mit einer Abbildung über seine Evolutionstheorie (Charles Darwin, 1837).

Auch aus der aktuellen Zeit sind Beispiele wie der Nobelpreisträger Roger Penrose bekannt, der über das Zeichnen als Erkenntnismethode spricht: „Pictures help to get a feeling for whats going on. It’s very important to my thinking as well as in order to explain things to other people.“ Dabei stellt er gerade auch die Fähigkeit von Zeichnungen heraus, Dinge leichter in Bildern wiederzugeben als zu beschreiben (Penrose, 2015). In diesem Kontext betont er die Lernförderlichkeit durch das eigene Zeichnen und relativiert die Zeichenfähigkeit: „[...] I find, to draw these pictures myself can develop my own thinking in ways which I’m sure, would not happen in any other ways. It’s not important that you have to be a professional artist.“ (Penrose, 2015)

Im Kontext Schule und genauer dem Physikunterricht lassen sich auch in vielen Situationen Abbildungen antreffen. In Tafelbildern werden Stromkreise skizziert, die aus der konventionellen Symbolschreibweise bestehen und mit Stichwörtern beschriftet werden. Es werden Versuchsaufbauten und Modelle z.B. in der Elektrostatik abgebildet. Im Allgemeinen führen Einheiten, die sowohl Wörter als auch passende Bilder beinhalten, zu einem höheren Lernerfolg im Vergleich zu Einheiten, die ausschließlich auf Textbasis konzipiert sind (Fiorella 2018). Ebenso zeigen Forschungsergebnisse, dass visuelle Darstellungen, die von Lehrkräften bereitgestellt werden, das Lernen fördern können (S. Ainsworth, 2006; Mayer, 2014; Rau, 2017). Diese Studienergebnisse stehen im Einklang mit theoretischen Grundlagen wie der Dual Coding Theory (s.u.).

Grundsätzlich sind Visualisierungen für das Lernen, Lehren und Kommunizieren im Unterricht und Wissenschaft von zentraler Bedeutung (S. Ainsworth et al., 2011; Cook, 2006). Zur Unterstützung von verbalen Erläuterungen komplexer wissenschaftlicher Systeme und Prozesse kommen häufig Illustrationen, Schaubilder, Diagramme, Animationen und Modelle zum Einsatz (Rau, 2017).

## 1.2. Visualisierungen im Kontext der Lerntheorien

Unter dem Begriff der „Visualisierungen“ werden unterschiedliche Formen wie „Abbildungen“, „Schaubilder“, „Grafiken“, „Bilder“, „Illustrationen“ und „Diagramme“ zusammengefasst, die allgemein graphische Darstellungen von Daten, Informationen und Zusammenhängen beinhalten. Neben der entstandenen Abbildung, dem Ergebnis, wird auch der Entstehungsprozess als Visualisierung bezeichnet, (vgl. Erlhoff & Marshall, 2008, S. 439). Visualisierungen ziehen Aufmerksamkeit auf sich und erhöhen die Motivation. Gleichzeitig führen sie in Kombination mit Text zu einer besseren Lernleistung (Paivio, 1990). Als theoretische Fundierung werden hierzu meist die folgenden drei Theorien herangezogen.

Im Hinblick auf die Lernleistung besagt die Dual-Coding Theory, dass durch die doppelt kodierte Information sich Inhalte in den Verarbeitungs- und Kodierungssystemen durch die getrennt voneinander ablaufenden Kodierungsprozesse besser verinnerlicht werden können. Zudem können sich laut Picture Superiority Effect Bilder und Grafiken im Gegensatz zu Symbolen (Texten) in vielen Zusammenhängen deutlich leichter gemerkt werden (Paivio, 1990). Wenn jedoch der Text und die Bilder gleichermaßen ansprechend sind (McBride & Anne Doshier, 2002), kein entscheidender Unterschied zwischen den Bildern und den Texten (Snodgrass & McCullough, 1986) oder wenig Bearbeitungszeit besteht (Boldini et al., 2007), minimiert sich dieser Effekt. Gerade bei der Visualisierung von komplexen Zusammenhängen und abstrakten Konzepten bietet sich eine Text-Bild-Kombination somit an.

Dafür ist entscheidend, inwiefern die Visualisierung bei dieser Verarbeitung eine kognitive Be- oder Entlastung darstellt und wie sie somit den Cognitive Load beeinflusst. Die Cognitive Load Theory lässt sich in drei Annahmen zusammenfassen (Sweller, 2010) (Abb. 2): Grundlegend geht sie davon aus, dass unser Arbeitsgedächtnis begrenzt ist. Dies wird für die Verarbeitung von neuen Informationen und Verknüpfung zu bereits gespeicherten Informationen beansprucht. Somit benötigt das Arbeitsgedächtnis für den Lernprozess freie Kapazitäten und darf nicht überlastet werden. Weiter lässt sich die auftretende Belastung in drei Arten aufteilen: die intrinsische, die extrinsische und die lernbezogene Belastung. Die

extrinsische Belastung wird durch die Repräsentationsart des Inhaltes und die intrinsische durch den zu lernenden Inhalt bestimmt. Die dritte, lernbezogene Belastung ist der Anteil, der für die Verarbeitung der Inhalte notwendig ist. Aus der Begrenzung des Arbeitsgedächtnisses, der Dreiteilung und der durch den Inhalt vorgegebene, intrinsische Belastung, ergibt sich demnach nur noch eine begrenzte Kapazität für die extrinsische und die lernbezogene Belastung. Um grundsätzlich möglichst viel Kapazität für die lernbezogene Belastung zu gewährleisten, muss dementsprechend die extrinsische Belastung minimiert werden.

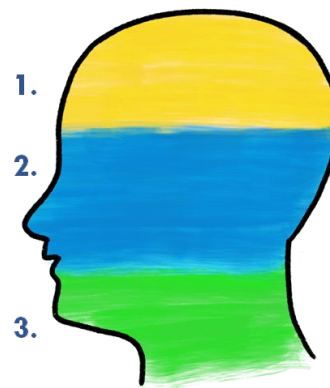


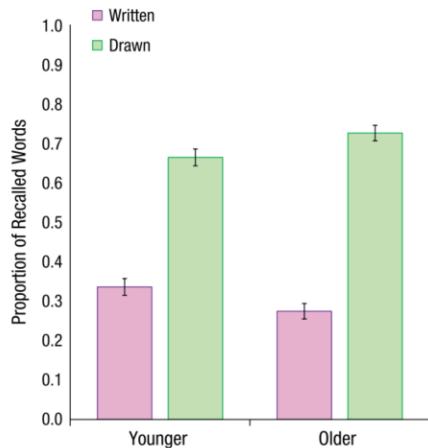
Abb. 1: Cognitive Load Theory

In diesem Zusammenhang muss auch die Cognitive Theory of Multimedia Learning betrachtet werden. Dabei werden über das sensorische System Stimuli aufgenommen, die dann im (kapazitätsbegrenzten) Arbeitsgedächtnis verarbeitet und im Langzeitgedächtnis gespeichert werden (Mayer, 2001). Im Hinblick auf diesen Prozess leitet Mayer Konsequenzen in Form von „Gestaltungsprinzipien“ ab, die im Besonderen für die Konzeption von Lernmaterialien zu beachten sind. Zwei dieser „Mayer-Prinzipien“ sind das Kontiguitätsprinzip, welches die räumliche Nähe zwischen Text und den zugehörigen Abbildungen beschreibt und den „split-attention-Effekt“ vermeiden soll, und das Kohärenzprinzip, welches die Passung zwischen Text und Abbildung beschreibt. Grundlegend dienen diese Prinzipien der Optimierung des Lernprozesses und der Vermeidung von Inkongruenzen und der Minimierung der extrinsischen, kognitiven Belastung des Arbeitsgedächtnisses. In seinen Betrachtungen geht Mayer davon aus, dass Text und Abbildungen gegeben sind und nicht von den Betrachtenden selbst erstellt werden.

## 1.3. Forschung zum Lernen durch Zeichnen

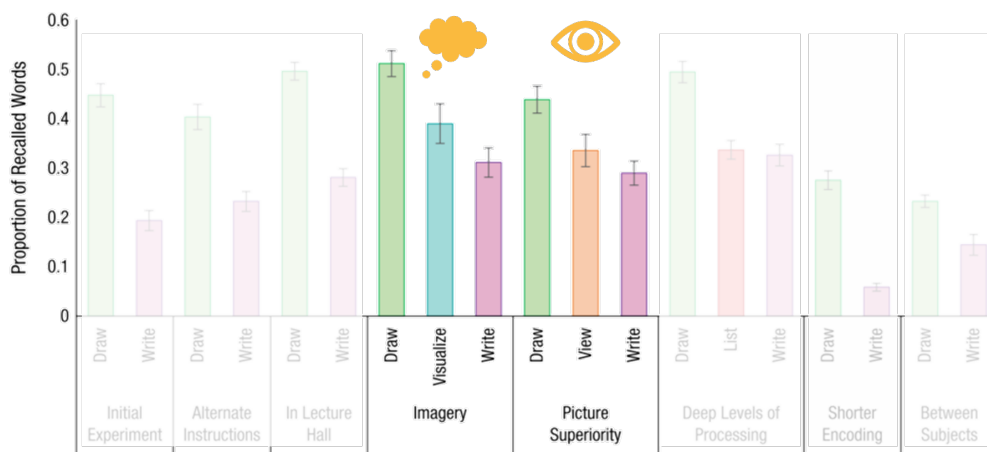
Aus den Studien von Fernandes et al. (2018) ist bekannt, dass sich die Probanden einerseits Inhalte in Bildern, aber vor allem auch Inhalte in selbsterstellten Zeichnungen besser gemerkt konnten. Sie konnten in ihren Studien belegen, dass das Zeichnen ein

zuverlässiges, reproduzierbares Mittel zur Steigerung der Gedächtnisleistung darstellt. Dabei wurde deutlich, dass beim Lernen von einzelnen Wörtern die Methode des Zeichnens deutlich effektiver abschnitt und dass so der Gewinn durch Zeichnen auch über die Altersstufen und kognitiven Beeinträchtigungen hinweg größer ist als im Vergleich zu anderen mnemotechnischen Techniken (vgl. Abb. 3).



**Abb. 2:** Die Anteile der abgerufenen Wörter, die beim Enkodieren geschrieben und gezeichnet wurden bei jüngeren und älteren Erwachsenen. (Fernandes et al., 2018)

Fernandes et al. (2018) führen ihre Erkenntnisse hinsichtlich der Verbesserung auf die Integration von elaborativen, bildlichen und motorischen Codes zurück, welche die Schaffung von kontextreichen Darstellungen vereinfacht. Besonders der Vergleich zwischen den in der Schule typischen Textverarbeitungsmethoden: dem Schreiben der Wörter, dem Vorstellen eines Bildes, dem Anschauen einer Abbildung und dem eigenständigen Zeichnen, zeigt den hohen Effekt beim Erinnern der Begriffe, wenn sie beim Enkodieren gezeichnet wurden (vgl. Abb. 4).



**Abb. 3:** Anteile der Wörter, die nach Enkodierungsanweisungen zu den diversen Methoden in mehreren Ey-perimenten mit jüngeren Erwachsenen erinnert wurden, wie Wammes, Meade und Fernandes (2016) berichteten. Die Fehlerbalken zeigen die Standardfehler des Mittelwertes.

#### 1.4. Lernen durch Zeichnen als Lernstrategie

Durch aktuelle Forschung zum Lernen durch Zeichnen lässt sich schließen, dass das Erstellen eigener Zeichnungen von Schülerinnen und Schülern im Vergleich zum reinen Lesen des Textes oder der Anwendung textorientierter Lernstrategien wie dem Zusammenfassen zu einer besseren Verständnisleistung wissenschaftlicher Texte führt (Fiorella & Kuhlmann, 2020; Fiorella & Zhang, 2018). In einer Studie von Leopold und Leutner (2012) wurden Schülerinnen und Schüler dazu aufgefordert, während sie einen wissenschaftlichen Text über die Struktur von Wassermolekülen bearbeiteten, entweder Zeichnungen anzufertigen oder verbale Zusammenfassungen zu erstellen. Dabei zeigte sich, dass die Lernenden, die zeichneten, bei nachfolgenden Verständnis- und Transferprüfungen bessere Leistungen erzielten als diejenigen, die textbasierte Zusammenfassungen erstellten. Ähnliche positive Ergebnisse zeigten sich bei Studien, in denen die Lernenden zur Erstellung abstrakterer visueller Darstellungen (Concept Maps) angehalten wurden (Schroeder et al., 2019).

Bei dem Erstellen von Visualisierungen aus Text kann das kognitive Modell der Zeichnungskonstruktion (CMDC, van Meter und Firetto (2013)) die Lernenden unterstützen. Dabei werden wesentliche Ideen aus dem Text zunächst ausgewählt, anschließend in einer beschreibenden Repräsentation (propositionales Netzwerk) organisiert und mit vorhandenem Wissen in ein bildhaftes mentales Modell integriert. Dies fasst sich zusammen in kontinuierlich ablaufenden metakognitiven Prozessen, die den Konstruktionsprozess überwachen und regulieren. Dazu zählt die Konsultation des Textes, Angleichung des mentalen Modells und die Bearbeitung der Visualisierungen. In Untersuchungen konnte (van Meter, 2001) zeigen, dass Probanden während des Lernprozesses mit aktivem Zeichnen ein stärkeres

Selbstüberwachungsverhalten aufwies als bei einer Textbearbeitung mit bereitgestellten Abbildungen.

Neben den lernförderlichen Einflüssen vom Zeichnen im Gegensatz zu anderen Methoden (Fernandes et al., 2018), müssen auch potenzielle Nachteile in den Blick genommen werden. Dazu zählt vor allem, dass Zeichnen oftmals einen kognitiven und zeitlichen Mehraufwand bedeutet (Fiorella & Zhang, 2018). Dieser Mehraufwand kann durch fachliche, sprachliche oder darstellungsbezogene Schwierigkeiten hinsichtlich des Inhaltes entstehen. Gleichzeitig spielt das individuelle Vorwissen der Lernenden eine entscheidende Rolle bei der zu leistenden, kognitiven Belastung. Dabei zeigt sich bei hohem Vorwissen die Methode der reinen bildlichen Vorstellung der Inhalte als förderlicher (Cooper et al., 2001). Im Gegensatz dazu erzielt bei niedrigem Vorwissen die Methode des Zeichnens die besten Ergebnisse (Fiorella & Mayer, 2015; Lin et al., 2017). Zudem kann auch eine Anleitung hilfreich für den kognitiven Verarbeitungsprozess und zur Vermeidung von ungenauen Zeichnungen sein. (Fiorella & Zhang, 2018). Neueste Untersuchungen zeigen, dass Unterstützungen entweder in Form von unvollständige Grafiken, die von den Lernenden ergänzt werden müssen (S. E. Ainsworth & Scheiter, 2021; Fiorella & Zhang, 2018; Guo et al., 2020; Schmeck et al., 2014) oder fertigen, bereitgestellten Grafiken zum Vergleichen unterstützen können (Gagnier et al., 2017; van Meter, 2001).

## 2. Studiendesign

Insgesamt zeigen sich in der aktuellen Forschung also keine allgemeinen, sondern kontextbezogene Schlussfolgerungen hinsichtlich der Wirksamkeit vom Zeichnen und dem geistigen Vorstellen von Inhalten (vgl. Fiorella & Zhang, 2018). Fiorella (2018) sieht daher weitere Untersuchungen als notwendig an, um die kognitiven Belastungen und Vorteile, die mit den Verhaltensunterschieden zwischen diesen und anderen modellorientierten Strategien (z. B. Erstellen von Concept Maps) verbunden sind, sowie die potenziellen Wechselwirkungen zwischen der Verwendung mehrerer modellorientierter Strategien (z. B. Selbsterläuterung und Zeichnen) zu entflechten. Auch Fernandes (2018) formuliert Vermutungen, dass die Qualität der Zeichnungen und demzufolge die Zeichenfähigkeit der Lernenden keine negativen Auswirkungen auf die Lernförderlichkeit darstellen (Fernandes et al., 2018). Daran anknüpfend ergeben sich im Kontext Schule, dem naturwissenschaftlichen Unterricht und im Besonderen dem Fach Physik mehrere Faktoren, die in Kombination mit der Methode des Zeichnens genauer hinsichtlich eines lernförderlichen Einsatzes betrachtet und in Zusammenhang gebracht werden sollten. Dabei ist offen, inwieweit die Lernförderlichkeit der Methode

des Zeichnens von den unterschiedlichen Persönlichkeitsmerkmalen (z.B. Alter, Geschlecht etc.), Einstellungen (z.B. Blick auf die Kreativität) und Kompetenzen und Selbsteinschätzungen (z.B. Zeichenfähigkeit) von Lernenden abhängt.

### 2.1. Forschungsbereiche

Das Forschungsprojekt gliedert sich in zwei zentrale Forschungsbereiche: das Erschließen fachlicher und im besonderen physikbezogener Sachtexte durch die Methode des Zeichnens im Vergleich zu anderen Methoden und die Betrachtung einzelner Lernenden bzw. Lerntypen in Bezug auf die Lernförderlichkeit der Methode.

Der Physikunterricht mit seinem **fachlichen Wissen**, welches im Physikunterricht vermittelt wird, bildet einen entscheidenden Aspekt. Dieses Wissen kann als einzelne Wissensbausteine angesehen werden, die vom Lernenden verstanden und verinnerlicht werden müssen. Zwischen diesen Wissensbausteinen bestehen Zusammenhänge. So bildet sich ein Netz aus Wissensbausteinen und den Verknüpfungen, die zum Verständnis von physikalischen Konzepten relevant sind. Dabei geht es darum, die Methode des Zeichnens als Möglichkeit der Verinnerlichung dieser Systeme in zweidimensionalen Bildern, wie z.B. graphischen Mindmaps im Vergleich zu anderen Textbearbeitungsmethoden zu untersuchen.

Zudem kommt die in der Physik verwendeten Bildersprache. Für das Verständnis der Zusammenhänge und vor allem für den fachlichen Austausch ist diese Bildersprache von entscheidender Bedeutung. In gewissen Bereichen kann sogar davon ausgegangen werden, dass ohne diese (bilder-)sprachliche Grundlage ein Austausch garnicht erst möglich ist. Dabei zeichnet sie sich z.B. im Bereich der E-Lehre durch ein eigenständiges Bildvokabular aus, welches für Neulinge zunächst erstmal erlernt werden muss.

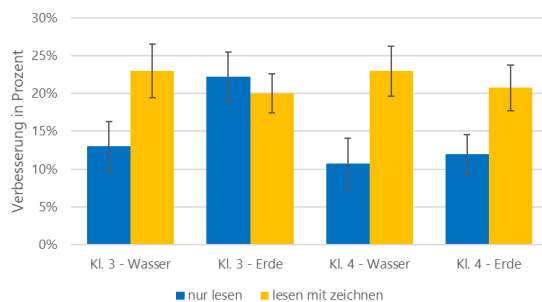
Im letzten Forschungsfokus wird das Augenmerk auf die Heterogenität von Lernenden in Bezug auf ihre Persönlichkeitsmerkmale gelegt. Hier müssen zum einen die unterschiedlichen Motivationen, Fähigkeiten, Interessen und Einstellungen einbezogen werden. Dabei werden die Ergebnisse aus den ersten Forschungsbereichen hinsichtlich der o.g. Persönlichkeitsmerkmale in Beziehung gesetzt und reflektiert. So lassen sich Erkenntnisse darüber gewinnen, in wie weit die Methode des Zeichnens für bestimmte Gruppen von Lernenden lernförderlich im Vergleich zu anderen Methoden ist.

Insgesamt stellt sich auf dieser Grundlage die Frage: Für wen und in welchem Kontext ist das Zeichnen als Erkenntnis- und Behaltensmethode im Physikunterricht in Bezug auf das Erschließen von Sachtexten und fachliches Lernen lernförderlich?

### 3. Vorstellung einiger Pilotstudien

#### 3.1. Erste Studie im physikalischen Kontext der Primarstufe

Um im naturwissenschaftlichen Unterricht und besonders in physikalischen Themen der Frage nachzugehen, inwieweit eine visuelle Textverarbeitungsmethode das Lernen optimieren kann, wurde eine erste Pilotstudie in 4 Klassen einer Grundschule (jeweils 2 dritte und vierte Klassen) durchgeführt. Die Lernenden bekamen dafür zunächst einen Prätest, der ihr Wissen zum Thema Wasserkreislauf bzw. Erde abfragte. Im Anschluss sollten sie einen Text lesen und sich die Inhalte merken. Durch den Posttest wurde dieses Wissen dann erneut abgefragt. Das gleiche Prozedere erfolgte dann mit dem zweiten Text, jedoch wurden sie nun aufgefordert, kleine Skizzen zu den Texten zu machen. Aus den 10 Fragen der Fachteste wurde dann der Lernzuwachs in Abhängigkeit der Methode „nur Lesen“ und „Zeichnen“ abgeleitet.



**Abb. 4:** Ergebnisse des Wissenstests der Studie aus der Grundschule mit dem Vergleich zwischen den Klassen und den Methoden mit und ohne Zeichnen

Beim Betrachten der Ergebnisse zeigt sich bei drei Klassen auch das erwartete Bild: Die Inhalte, die gezeichnet werden sollten, konnten sich von den Lernenden besser gemerkt werden. Gleichzeitig war in einer Klasse zu beobachten, dass die Lernenden beim zu zeichnenden Text minimal schlechter abschnitten. Dies lässt sich darauf zurückzuführen, dass die Schulklasse sich bereits mit dem Thema befasst hat und die Lernenden zu dem Thema bereits ihr eigenes mentales Modell gebildet haben. Dieses würde die Theorie hinsichtlich des Vorwissens widerspiegeln, die in ihren Studien das Zeichnen für Lernende mit hohem Vorwissen als eher hinderlich herausgestellt haben (Cooper et al., 2001; Fiorella & Mayer, 2015).

#### 3.2. Erste Studien in der Sekundarstufe 1 & 2

In Anknüpfung an die Forschungsschwerpunkte wurden einige Studien aus dem Zeitraum zwischen Januar und April 2023 als Pilotstudien konzipiert. Hier lag der Fokus darin, die einzelnen Skalen und ihre Kombination im Hinblick auf weiterführende Studien genauer zu betrachten. Dabei flossen die Einschätzungen und Persönlichkeitsmerkmale von

insgesamt 206 (N) Probanden ein, welche zur Hälfte das Gymnasium besuchen. Die andere Hälfte setzt sich aus Lernenden der Realschule (24%) und der Gesamtschule (26%) zusammen. Hinsichtlich des Geschlechtes ist ein leichter Überhang (56%) der weiblichen Befragten zu verzeichnen. Bei den Altersgruppen besuchten 77 Kinder die 5. Klasse (ca. ein Drittel), 48 die 7. Klasse, 50 die 8. Klasse und 31 die 10. Klasse bzw. die EF.

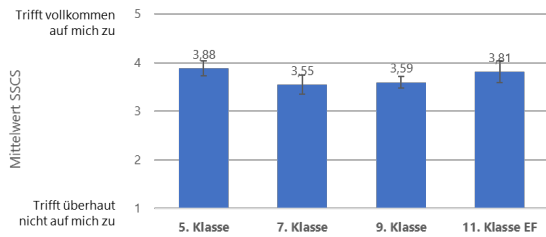
Im Folgenden werden nun drei Teilbereiche der Erhebungen vorgestellt, die in Bezug auf die weitere Konzeption der Studien von Interesse sind. Dazu werden die verwendeten Erhebungsinstrumente kurz vorgestellt und anschließend auf die Ergebnisse eingegangen.

#### 3.3. Die Persönlichkeitsmerkmale hinsichtlich Kreativität bei den Lernenden

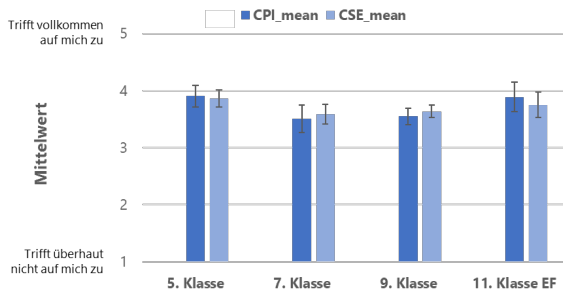
Um die Persönlichkeitsmerkmale der Probanden genauer einschätzen zu können und diese anschließend zu vergleichen, wurde die „short scale of creative self“ (SSCS) verwendet (Karwowski, 2014). Die SSCS setzt sich aus elf Items zusammen, welche sich in zwei Subskalen kreative persönliche Identität (creative personal Identity; CPI; 5 Items; z.B. „Ich glaube, ich bin ein kreativer Mensch“, „Ein kreativer Mensch zu sein, ist für mich wichtig.“) und kreative Selbstwirksamkeit (creative self-efficacy; CSE; 6 Items; z.B. „Ich vertraue auf meine kreativen Fähigkeiten“, „Im Vergleich zu meinen Freunden zeichne ich mich durch meine Fantasie und meinen Einfallsreichtum aus.“) aufteilen. Für die Auswertung können entweder die zwei Subskalen einzeln oder ein Gesamtscore gemittelt werden.

Bei Betrachtung der Ergebnisse ist zu erkennen, dass Lernende im Mittel unabhängig von der Altersstufen die Aussagen über die eigene Kreativitätseinschätzung relativ einheitlich mit „eher zutreffen“ beantworten (vgl. Abb. 6). Zudem besteht eine signifikante, sehr hohe Korrelation (nach Cohen) zwischen der SSCS und ihren beiden Subskalen (CPI und CSE) auf dem Niveau von .001 (vgl. Abb. 7). Im t-Test zeigen sich zudem hinsichtlich der SSCS keine Unterschiede zwischen Mädchen ( $M=3,60$ ;  $SD = ,79$ ) und Jungen ( $M=3,61$ ;  $SD = ,87$ ). Der t-Test war nicht signifikant ( $t(132)= 0.025$ ;  $p = .980$ ).

Insgesamt lässt sich hier zusammenfassen, dass die befragten Lernende sich selbst als kreativ einschätzen und zudem eine positive Einstellung zur Kreativität haben. Sie sehen in der Kreativität eine Relevanz für ihre Persönlichkeit und einen Einfluss auf ihr Leben. Damit ist die Bedeutung in den Meinungen der Lernenden und für die weitere Studie ein positiver Stellenwert festzuhalten.



**Abb. 5:** Der Vergleich der Mittelwerte der Short Scale of Creative Self in Abhängigkeit der Jahrgangsstufen

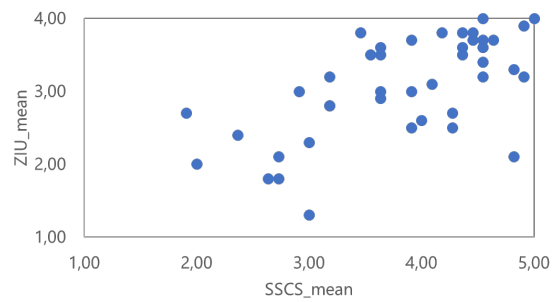


**Abb. 6:** Der Vergleich der Mittelwerte der beiden Subskalen der Short Scale of Creative Self (creative personal identity & creative self-efficacy) in Abhängigkeit der Jahrgangsstufen

### 3.4. Das Verhältnis zwischen der kreativen Selbsteinschätzung und dem Blick auf Zeichnen im Unterricht

Neben der Erhebung der Selbsteinschätzung der Lernenden mit der SSCS wurde außerdem eine Skala entwickelt, die sich genauer mit dem Zeichnen im Unterricht (ZIU) beschäftigt. Dabei wurden den Probanden Aussagen wie „Ich finde es gut, wenn wir im Unterricht viel zeichnen.“ oder „Es macht mit Spaß Bilder von der Tafel abzuzeichnen.“ vorgelegt. Diese 10 Items sollten sie dann auf einer 4-stufigen Likert-Skala von „trifft voll zu“ bis „trifft garnicht zu“ beantworten sollten. Außerdem wurde gefragt, in welchen Fächern und in welchem Umfang gezeichnet wird. Hier gab es 11 Fächer zur Auswahl, grundsätzlich mit der Möglichkeit „dieses Fach hatte ich noch nicht“.

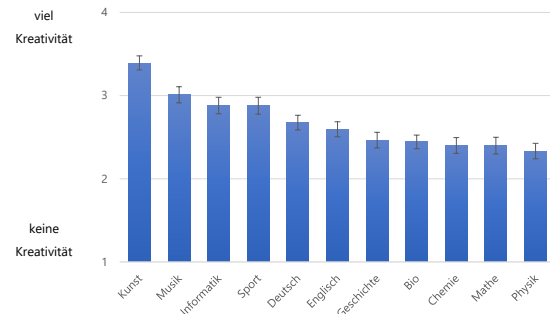
Grundsätzlich lässt sich eine positive Einstellung dem Zeichnen im Unterricht gegenüber festhalten. Von den Probanden beantworteten 75% ( $n = 40$ ) der Probanden die Aussagen mit „trifft voll zu“ oder „trifft eher zu“. Werden nun die beiden Skalen SSCS und ZIU zusammengebracht und in Korrelation gesetzt, zeigt sich, dass die Probanden, die sich selbst als kreativ einschätzen sich gleichzeitig auch mehr Zeichnen im Unterricht wünschen. Je höher sie sich kreativ einschätzen, desto wichtiger ist es auch für sie, das Zeichnen im Unterricht eingebunden ist (vgl. Abb. 8).



**Abb. 7:** Die "Zeichnen im Unterricht" (ZIU) Skala in Abhängigkeit der Short Scale of Creative Self (SSCS)

### 3.5. Wie wird die Kreativität von Schulfächern eingeschätzt?

Neben der Zuweisung von Kreativität zu sich selbst, wurden die Probanden auch nach der Kreativität der einzelnen Schulfächer gefragt. Die Antwortmöglichkeiten reichten auf einer Likert-Skala von „4 – viel Kreativität“ bis hin zu „1 – keine Kreativität“ und als enthaltende Option „dieses Fach hatte ich noch nicht.“ Zu diesem Ergebnis führten die Antworten von insgesamt 102 Schülern (33%) und Mädchen (67%). Dabei wurden den beiden musischen Fächern durchschnittlich am meisten Kreativität (Kunst mit 3,39 und Musik mit 3,01) und den naturwissenschaftlichen Fächern (Physik – 2,33) und Mathematik (2,4) am wenigsten Kreativität zugeschrieben (vgl. Abb. 9).



**Abb. 8:** Das Ergebnis der Zuweisung von Kreativität zu den einzelnen Fächern

### 4. Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich nach dem Einblick in diese drei Erhebungsbereiche und auf Basis dieser Pilotierungsstudie sagen: Die Kreativität und im Besonderen das Zeichnen stößt bei den Lernenden auf Zustimmung und Interesse. Sie sehen Zeichnen als wichtig für ihre Persönlichkeit an (vgl. (3.3) und zugleich sind sie motiviert es intensiver im Unterricht umzusetzen (vgl. 3.4). Gleichzeitig schätzen die Befragten die naturwissenschaftlichen Fächer als wenig kreativ ein (vgl. 3.5). Dazu lässt sich sagen, dass grundsätzlich Potential in dem Ausbau des Zeichnens und der Kreativität vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern besteht. Gleichzeitig zeigt sich aber auch, dass die Selbsteinschätzung der Lernenden im Hinblick auf

das eher positive Ergebnis nicht als einziges Maß für die Kreativität verwendet werden sollte. Hier sollten zusätzlich auch Erhebungsinstrumente ausgewählt werden, die die Kreativität der Probanden genauer quantifizieren. So ließe sich die Kreativität, die natürlich sehr vielseitig verstanden werden kann, nicht nur durch die Selbsteinschätzung, sondern auch konkret durch Aufgaben ermitteln, die die Fähigkeiten und Techniken aus dem Schulalltag aufgreifen. So wäre ein Vergleich zwischen selbsteingeschätzter Kreativität und in Aufgaben angewendete Kreativität möglich.

Weiterführend ist das Ziel mit dieser Studie auch die genauer die Methode des Zeichnens und des zeichnerischen Erschließens von Inhalten in Kombination mit Texten zu erforschen. Dabei stellt sich die Frage, wie genau Lernende in der Situation der Texterschließung mit der Methode umgehen und ob hier Unterschiede hinsichtlich ihrer Persönlichkeitsmerkmale zu erkennen sind. Hier wird die Kombination aus beiden Erhebungsteilen angestrebt.

### 5. Literaturverzeichnis

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16*(3), 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Ainsworth, S., Prain, V. & Tytler, R. (2011). Science education. Drawing to learn in science. *Science (New York, N.Y.), 333*(6046), 1096–1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>
- Ainsworth, S. E. & Scheiter, K. (2021). Learning by Drawing Visual Representations: Potential, Purposes, and Practical Implications. *Current Directions in Psychological Science, 30*(1), 61–67. <https://doi.org/10.1177/0963721420979582>
- Boldini, A., Russo, R., Punia, S. & Avons, S. E. (2007). Reversing the picture superiority effect: a speed-accuracy trade-off study of recognition memory. *Memory & Cognition, 35*(1), 113–123. <https://doi.org/10.3758/BF03195948>
- Charles Darwin. (1837). *Seite aus einem Notizbuch mit Skizze „Baum des Lebens“ von 1837* (Bibliothek der Universität Cambridge, Hg.). Bibliothek der Universität Cambridge.
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education, 90*(6), 1073–1091. <https://doi.org/10.1002/sc.20164>
- Cooper, G., Tindall-Ford, S., Chandler, P. & Sweller, J [J.] (2001). Learning by imagining. *Journal of experimental psychology. Applied, 7*(1), 68–82. <https://doi.org/10.1037/1076-898x.7.1.68>
- Erlhoff, M. & Marshall, T. (2008). *Wörterbuch Design: Begriffliche Perspektiven des Design*. Birkhäuser. <https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8142-4>
- Fernandes, M. A., Wammes, J. D. & Meade, M. E. (2018). The Surprisingly Powerful Influence of Drawing on Memory. *Current Directions in Psychological Science, 27*(5), 302–308. <https://doi.org/10.1177/0963721418755385>
- Fiorella, L. & Kuhlmann, S. (2020). Creating drawings enhances learning by teaching. *Journal of Educational Psychology, 112*(4), 811–822. <https://doi.org/10.1037/edu0000392>
- Fiorella, L. & Mayer, R. E. (2015). *Learning as a generative activity: Eight learning strategies that promote understanding* (1. publ). Cambridge University Press.
- Fiorella, L. & Zhang, Q. (2018). Drawing Boundary Conditions for Learning by Drawing. *Educational Psychology Review, 30*(3), 1115–1137. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9444-8>
- Gagnier, K. M., Atit, K., Ormand, C. J. & Shipley, T. F. (2017). Comprehending 3D Diagrams: Sketching to Support Spatial Reasoning. *Topics in cognitive science, 9*(4), 883–901. <https://doi.org/10.1111/tops.12233>
- Guo, D., McTigue, E. M., Matthews, S. D. & Zimmer, W. (2020). The Impact of Visual Displays on Learning Across the Disciplines: A Systematic Review. *Educational Psychology Review, 32*(3), 627–656. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09523-3>
- Holton, G. (1979). Einsteins Methoden zur Theorienbildung. In *Albert Einstein* (S. 111–140). Vieweg+Teubner Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-322-84039-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-322-84039-4_9)
- Karwowski, M. (2014). Creative mindsets: Measurement, correlates, consequences. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 8*(1), 62–70. <https://doi.org/10.1037/a0034898>
- Leonardo Da Vinci. (1485). *Zahnräder und Hydrometer*. <https://www.deutschlandfunk.de/leonardo-da-vinci-der-erfinder-der-modernen-wissenschaft-100.html>
- Leopold, C. & Leutner, D. (2012). Science text comprehension: Drawing, main idea selection, and summarizing as learning strategies. *Learning and Instruction, 22*(1), 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.05.005>
- Lin, L., Lee, C. H., Kalyuga, S., Wang, Y., Guan, S. & Wu, H. (2017). The Effect of Learner-

- Generated Drawing and Imagination in Comprehending a Science Text. *The Journal of Experimental Education*, 85(1), 142–154. <https://doi.org/10.1080/00220973.2016.1143796>
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603>
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- McBride, D. M. & Anne Doshier, B. (2002). A comparison of conscious and automatic memory processes for picture and word stimuli: a process dissociation analysis. *Consciousness and Cognition*, 11(3), 423–460. [https://doi.org/10.1016/S1053-8100\(02\)00007-7](https://doi.org/10.1016/S1053-8100(02)00007-7)
- Paivio, A. (1990). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford University Press Incorporated. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195066661.001.0001>
- Penrose, R. (20. November 2015). Interview durch The Big Draw.
- Rau, M. A. (2017). Conditions for the Effectiveness of Multiple Visual Representations in Enhancing STEM Learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), 717–761. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9365-3>
- Rodger Penrose. (2017). *Penrose-Diagramm für die maximale analytische Erweiterung der de:Schwarzschild-Metrik*. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=64975058>
- Schmeck, A., Mayer, R. E., Opfermann, M., Pfeiffer, V. & Leutner, D. (2014). Drawing pictures during learning from scientific text: testing the generative drawing effect and the prognostic drawing effect. *Contemporary Educational Psychology*, 39(4), 275–286. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.07.003>
- Schroeder, P., Anggraeni, K. & Weber, U. (2019). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 77–95. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>
- Seelig, C. & Einstein, A. (Hrsg.). (2005). *Mein Weltbild*. Europa-Verl.
- Snodgrass, J. G. & McCullough, B. (1986). The role of visual similarity in picture categorization. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition*, 12(1), 147–154. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.12.1.147>
- Sweller, J [John]. (2010). Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances. In *Cognitive Load Theory* (1. Aufl., S. 29–47). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511844744.004>
- van Meter, P. (2001). Drawing construction as a strategy for learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 129–140. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.1.129>
- van Meter, P. & Firetto, C. M. (Hrsg.). (2013). *Cognitive model of drawing construction: Learning through the construction of drawings*. IAP Information Age Publishing. <https://psycnet.apa.org/record/2014-01969-010>