

---

# TINKERING UND SCIENCE CAPITAL

---

WIE TINKERING EINE INKLUSIVE  
MINT-VERMITTLUNG UNTERSTÜTZEN KANN

Tinkering and Science Capital: how Tinkering can support inclusive teaching and learning in STEM

© **Tinkering: Building Science Capital for ALL Project**

Diese Publikation ist ein Produkt von „Tinkering: Building Science Capital for ALL“ (2017-1-IT02KA201-036513), das mit Unterstützung des Erasmus+-Programms der Europäischen Union finanziert wird. Diese Veröffentlichung spiegelt nur die Ansichten der Autorinnen und Autoren wider. Die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.



WITH THE SUPPORT OF ERASMUS+  
PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION



PROJEKTKOORDINATOR

PARTNERINSTITUTIONEN

**MUSEO  
NAZIONALE  
SCIENZA  
E TECNOLOGIA  
LEONARDO  
DA VINCI**

 **UNIVERSITY OF  
CAMBRIDGE**  
Faculty of Education

**NE  
MO**

**SCIENCE GALLERY**

  
**Obra Social**  
Fundación 'La Caixa'

ScienceCenter  
**NETZWERK**

  
**NOESIS**  
CENTRO DE INVESTIGACIONES  
E INNOVACIONES TECNOLÓGICAS

Diese Arbeit wird durch die Unterstützung, das Engagement, die Energie, den Enthusiasmus, die Ideen und das Handeln der Partnerinnen und Partner im Tinkering-Projekt ermöglicht. Ein besonderes Dankeschön geht an das Tinkering Studio des Exploratorium aus San Francisco, die das Projekt als ExpertInnen beratend begleiten, für ihre Unterstützung und Zusammenarbeit. Unser Dank gilt auch allen MitarbeiterInnen der Partnerinstitutionen und den Besucherinnen und Besuchern, die an den Projektaktivitäten in den verschiedenen Ländern teilgenommen haben.

# 1

## WAS IST „TINKERING“?

Übersetzt bedeutet „Tinkering“ so viel wie „Tüfteln“ oder „Technisches Basteln“. Es bezeichnet einen innovativen Lernansatz, bei dem physische Dinge mithilfe verschiedener Werkzeuge, Materialien, Ideen und Methoden hergestellt werden. Das Aktivitätsdesign, die Materialien und der Vermittlungsstil sorgen für ein ansprechendes Lernerlebnis mit vielfältigen Ergebnissen. Die Lernenden werden aufgefordert, mit Materialien und Werkzeugen spielerisch zu experimentieren. Diese Verspieltheit darf jedoch nicht mit etwas Trivialem verwechselt werden: „Tinkering“ ist äußerst konstruktiv und zweckmäßig. Es ermutigt die Lernenden, ein Projekt, eine Idee oder ein persönliches Ziel entsprechend ihren Interessen und persönlichen Motiven zu verfolgen. Es fordert sie dazu heraus, Momente des Feststeckens und der Überwindung von Problemen zu akzeptieren. Auf diese Weise kann „Tinkering“ dazu beitragen, die Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts wie Problemlösung, Kreativität, Vertrauen und Widerstandsfähigkeit zu fördern. (Bevan, Gutwill, Petrich, & Wilkinson, 2015; Harris, Winterbottom, Xanthoudaki, & de Piper, 2016; Petrich, Wilkinson, & Bevan, 2013; Wilkinson & Petrich, 2014)

Tinkering-Aktivitäten weisen häufig Bezüge zu unterschiedlichen Lehrplänen auf, so dass die Lernenden mit Fächern wie Physik, Mathematik, Informatik, Bildnerische Erziehung und Technisches Werken auf integrierte Weise arbeiten können. Die TeilnehmerInnen von Tinkering-Aktivitäten werden sich Fragen stellen, die auch von WissenschaftlerInnen gestellt werden, wie z.B. „Ich frage mich, wie das funktioniert“ oder „Ich frage mich, was passiert, wenn ich das tue?“.

Tinkering-Aktivitäten unterscheiden sich zwar in ihrem Stil und Inhalt, haben jedoch gemeinsame Eigenschaften:

- 1 / Etwas Physisches wird mit Werkzeug und Materialien hergestellt.
- 2 / Die Atmosphäre sollte spielerisch, innovativ und kreativ sein.
- 3 / Die Lernenden folgen ihrem Interesse und können daher ihren eigenen Lernweg gehen.
- 4 / Die Ergebnisse sind sehr unterschiedlich und manchmal unerwartet.
- 5 / Obwohl zu Beginn ein breiter Rahmen gesteckt wird, sind Tinkering-Aktivitäten so konzipiert, dass die Lernenden ihre eigenen Ziele setzen und verfolgen können. Daher können sie die Aktivität auf eine für sie interessante und persönlich bedeutsame Weise durchlaufen.
- 6 / Die Lernenden arbeiten an der Aktivität, indem sie Dinge ausprobieren. Durch einen iterativen Prozess kommen sie vom Improvisieren zum Planen, Testen, Neugestalten und Verfeinern.

Das „Tinkering Studio“ im Exploratorium in San Francisco gilt als der Pionier von Tinkering. Auf der Grundlage von Beobachtungen von hunderten Menschen, die an Tinkering-Aktivitäten teilgenommen haben, beschrieben sie Lerndimensionen, die das Lernen im Rahmen von Tinkering abbilden (Abbildung 1). Diese Grafik ist hilfreich, um Momente des Engagements, des Lernens und des Erwerbs von Fähigkeiten beim Beobachten oder Ausprobieren von Tinkering zu erkennen. Es könnte auch mit SchülerInnen nach einer Tinkering-Aktivität verwendet werden, um ihnen beim Nachdenken über das Lernen zu helfen.

# LERN-DIMENSIONEN

## Making & Tinkering

SchülerInnen machen wertvolle Lernerfahrungen durch Making und Tinkering. Diese Dimensionen sollen dabei helfen, die Lernprozesse der SchülerInnen nachzuvollziehen und zu evaluieren sowie diese zu unterstützen und mitzugestalten. Sie dienen auch als Mittel, um sich bewusst zu werden, wie das Lernumfeld, die Aktivitäten selbst und die Art der Vermittlung die Lernergebnisse beeinflussen können.

### Eigeninitiative & Intentionalität

- Sich eigene Ziele setzen
- Intellektuelle und kreative Risiken eingehen; ohne Vorlage arbeiten
- Vorhaben mit der Zeit immer komplexer gestalten
- Misserfolge überwinden und aus ihnen lernen
- Ziele anhand der materiellen Gegebenheiten anpassen

### Problemlösen & Kritisches Denken

- Fehler durch einen Prozess mehrfachen Wiederholens beheben
- Über „trial-and-error“ hinausgehen und Feinabstimmungen durch immer gezieltere Fragen vorantreiben
- Alternative Lösungen und Hilfskonstruktionen entwickeln
- Ideen, Rat und Expertise von anderen aufsuchen

### Verständnis von Konzepten

- Kontrollieren von Variablen bei komplexer werdenden Vorhaben
- Erklärungen finden
- Analogien und Metaphern zum Erklären verwenden
- Eigenschaften von Materialien und naturwissenschaftlichen Phänomenen nützen, um Gestaltungsziele umzusetzen

### Kreativität & Selbstentfaltung

- Ästhetik der Materialien und der Phänomene aufgreifen
- Umsetzungsideen mit persönlichen Interessen und Erfahrungen verknüpfen
- Spielerisch entdecken
- Freude und Vergnügen ausdrücken
- Materialien neuartig einsetzen

### Soziale & Emotionale Teilhabe

- Auf Ideen und Vorhaben anderer aufbauen bzw. diese neu kombinieren
- Voneinander lernen und sich gegenseitig helfen
- Kooperieren und in Teams arbeiten
- Leistungen von anderen anerkennen und Bestätigung bekommen
- Selbstbewusstsein entwickeln
- Stolz über das eigene Werk und Tun ausdrücken

© 2017

Unser besonderer Dank gilt dem Verein ScienceCenter-Netzwerk für die Übersetzung der "Learning Dimensions" ins Deutsche.

# 2

## TINKERING UND INKLUSIVER UNTERRICHT

### 2.1 „SCIENCE CAPITAL“ ALS THEORETISCHER ANSATZ

Jüngste pädagogische Forschung hilft uns zu verstehen, warum sich manche SchülerInnen in der Schule für MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) interessieren und sich in diesen Fächern „zu Hause“ fühlen und eher Bildungswege im MINT-Bereich anstreben als andere. Äußere Einflüsse – etwa ein Netzwerk von Personen zu haben, mit denen über MINT gesprochen werden kann, Eltern, die in MINT-bezogenen Berufen arbeiten, und Ausflüge in Museen und Science Center – haben Auswirkungen darauf, ob ein junger Mensch sich für MINT begeistern kann (Archer, Dawson, DeWitt, Seakins & Wong, 2015; Archer et al., 2010; Archer, DeWitt & Willis, 2013; DeWitt & Archer, 2015; DeWitt, Archer & Mau, 2016; Godec, King & Archer, 2017; King & Nomikou, 2017). Diese Einflüsse von zu Hause und des weiteren Umfelds wurden in acht Dimensionen des sogenannten „Science Capitals“ eingeordnet, das in Abbildung 2 dargestellt ist (Godec et al., 2017).

Forschungen haben ergeben, dass SchülerInnen mit hohem Science Capital (SchülerInnen, die außerhalb der Schule Zugang zu naturwissenschaftlichen Ressourcen haben) dazu neigen, sich mit MINT zu identifizieren und sich sowohl in als auch außerhalb der Schule an MINT zu beteiligen (DeWitt & Archer, 2015; DeWitt et al., 2016). Auf der anderen Seite fühlen sich SchülerInnen mit geringen Möglichkeiten und Ressourcen außerhalb der Schule (SchülerInnen mit relativ geringem Science Capital) weniger mit MINT verbunden, weil sie MINT keine Rolle in ihrem weiteren Leben zuteilen (DeWitt & Archer, 2015; DeWitt et al., 2016). Dies hat Konsequenzen für eine inklusive MINT-Ausbildung.

### 2.2 SCIENCE CAPITAL ALS UNTERRICHTSANSATZ

Kürzlich wurde von ForscherInnen und Lehrkräften in Großbritannien ein neuer „Science Capital Teaching Approach“ entwickelt, der in Abbildung 3 zusammengefasst ist (Godec et al., 2017). In diesem Ansatz werden SchülerInnen mit niedrigem Science Capital nicht betrachtet als Personen, mit denen etwas falsch ist, das behoben oder verbessert werden muss. Vielmehr geht es darum, die Lehr- und Lernkontexte so anzupassen, dass sie besser an die bestehenden Interessen und Erfahrungen der SchülerInnen anknüpfen und diese wertschätzen (Godec et al., 2017). Der Ansatz erkennt an, dass das, was für eine Schülerin interessant und relevant ist, nicht notwendigerweise für einen anderen Schüler interessant und relevant sein muss. Die Lehrenden müssen daher nach Wegen suchen, um den MINT-Unterricht so zu gestalten, dass die Interessen und Perspektiven aller SchülerInnen begrüßt, verbunden und wertgeschätzt werden, nicht nur von jenen, die sich als „wissenschaftsaffin“ gelten können. Dies bedeutet nicht, dass ein neuer Lehrplan erstellt werden muss, sondern es erfordert eine Änderung der Denkweise und der Praxis der Lehrenden, damit sie das erweitern, was als Lehren und Lernen im MINT-Unterricht zählt (Godec et al., 2017). Auf einer sehr grundlegenden Ebene fordert dieser Ansatz die PraktikerInnen dazu auf, die MINT-bezogenen Erfahrungen der Jugendlichen zu erforschen und zu verstehen. Somit können neue Lernerfahrungen geschaffen werden, die jungen Menschen helfen soll zu verstehen, wie ihr Leben mit MINT verbunden ist bzw. sein kann.

ABBILDUNG 2 / ACHT DIMENSIONEN VON SCIENCE CAPITAL (GODEC ET AL., 2017)

DIMENSIONEN	GEKENNZEICHNET DURCH
<p><b>1</b>  <b>MATHEMATISCHE UND            NATURWISSENSCHAFTLICHE            GRUNDBILDUNG</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wissen &amp; Verständnis junger Menschen über MINT und wie Wissenschaft funktioniert. Dazu gehört auch das Selbstvertrauen: „Ich kenne mich aus.“</li> </ul>
<p><b>2.</b>  <b>HALTUNGEN &amp; WERTE IN BEZUG            AUF MINT</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>das Ausmaß, in dem junge Menschen MINT als relevant für den Alltag ansehen.</li> </ul>
<p><b>3.</b>  <b>WISSEN ÜBER DIE            ÜBERTRAGBARKEIT VON            MINT</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verständnis des Nutzens und der breiten Anwendung wissenschaftlicher Fähigkeiten, Kenntnisse und Qualifikationen. MINT-Kompetenzen sind nicht nur für MINT-Jobs wichtig.</li> </ul>
<p><b>4</b>  <b>MEDIENNUTZUNG</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>das Ausmaß, in dem eine Person Medien mit MINT-Inhalten, darunter Fernsehen, Büchern, Zeitschriften und Internet, nutzt.</li> </ul>
<p><b>5</b>  <b>NUTZUNG INFORMELLER            LERNORTE</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Häufigkeit, mit der eine Person informelle Lernsettings, wie Museen, Science Center, Science Clubs, Messen, ..., nutzt.</li> </ul>
<p><b>6</b>  <b>FERTIGKEITEN, KENNTNISSE            &amp; QUALIFIKATIONEN IN DER            FAMILIE</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>das Ausmaß, in dem Familienmitglieder über MINT-bezogene Fähigkeiten, Qualifikationen, etc. verfügen.</li> </ul>
<p><b>7</b>  <b>PERSONEN IN MINT-JOBS KENNEN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menschen, die eine junge Person in ihrem weiteren Umfeld hat, die im MINT-Bereich arbeiten.</li> </ul>
<p><b>8</b>  <b>ÜBER MINT IM ALLTAG            REDEN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Häufigkeit, mit der Jugendliche in ihrem Alltag mit Schlüsselpersonen (Freunde, Geschwister, Eltern, Nachbarn, etc.) über MINT-bezogene Themen sprechen.</li> </ul>



## 2.3 TINKERING UND SCIENCE CAPITAL

Tinkering hat ein großes Potenzial, SchülerInnen mit sozialer, wirtschaftlicher oder kultureller Benachteiligung an MINT teilhaben zu lassen. Es schafft eine Brücke zwischen den persönlichen Interessen und Erfahrungen eines/einer Lernenden und einer breiten Palette möglicher Lernergebnisse. Auf diese Weise ist Tinkering sehr auf den Science-Capital-Unterrichtsansatz ausgerichtet: Im Wesentlichen handelt es sich um eine sehr personalisierte Pädagogik, die es den Lernenden ermöglicht, ihren eigenen Interessen zu folgen und ihre eigenen Ziele zu setzen. Abbildung 4 untersucht die Beziehung zwischen Tinkering und dem Science-Capital-Unterrichtsansatz.

**ABBILDUNG 3**  
**DREI-SÄULEN-MODELL, ALS STÜTZE FÜR**  
**DEN SCIENCE CAPITAL UNTERRICHTSANSATZ (GODEC ET AL., 2017)**

Auf dieser Website finden Sie weitere Informationen über diesen Ansatz (Englisch): <https://www.ucl.ac.uk/ioe/departments-centres/departments/education-practice-and-society/science-capital-research/pdfs/the-science-capital-teaching-approach-pack-for-teachers>

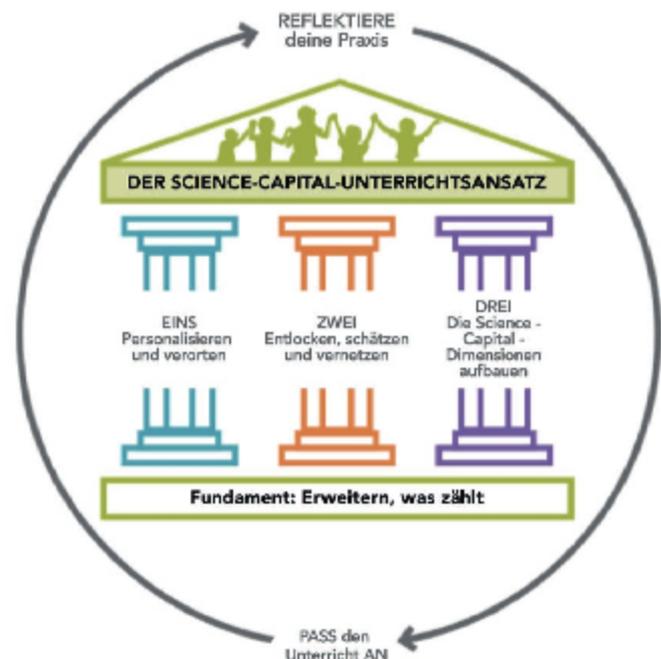


ABBILDUNG 4 / TINKERING IM KONTEXT DES SCIENCE-CAPITAL-UNTERRICHTSANSATZES

SCIENCE-CAPITAL-UNTERRICHTSANSATZ (ADAPTIERT VON GODEC ET AL.: 2017)	TINKERING IN DIESEM KONTEXT
<p><b>FUNDAMENT: ERWEITERN, WAS ZÄHLT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anerkennen, dass ein breites Spektrum an Erfahrungen, Fähigkeiten und Verhaltensweisen seinen legitimen Platz im MINT-Unterricht hat</li> <li>• Sicherstellen, dass alle SchülerInnen das Gefühl haben, dass sie Informationen und Ideen aus ihren gesammelten Erfahrungen einbringen können und dass diese gültig sind und geschätzt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Verwendung von Tinkering im Lehrplan können PädagogInnen aufzeigen, dass persönliche Eigenschaften wie Neugier und Belastbarkeit sowie Fähigkeiten wie Fragen formulieren und Ideen ausprobieren im MINT-Bereich geschätzt werden und dass es bei MINT nicht nur darum geht, Fakten zu lernen oder die „richtige“ Antwort herauszufinden.</li> <li>• Die spielerische, kreative Natur von Tinkering und sein Fokus auf „iterative Gestaltung“ (gestalten, machen, austesten, anpassen, raffinieren, neu gestalten) fördern das Verständnis der experimentellen Natur von MINT und das Lernen durch Fehler und unerwartete Ergebnisse – anstatt einfach Fakten zu lernen oder die „richtige“ Antwort auf Prüfungen zu erhalten.</li> <li>• Die Umgebung, in der Tinkering stattfindet, ist ein einladendes, unterstützendes Umfeld, in dem Ideen und individuelle Beiträge, einschließlich persönlicher Rückmeldungen, geschätzt werden.</li> <li>• PraktikerInnen möchten Momente der Begeisterung sowie interessante Gedanken und Erfahrungen der Lernenden teilen und feiern.</li> </ul>
<p><b>SÄULE 1: PERSONALISIEREN UND VERORTEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den SchülerInnen helfen zu sehen, wie ihre Interessen, Einstellungen und Erfahrungen außerhalb der Schule mit MINT zusammenhängen.</li> <li>• PädagogInnen bilden MINT-bezogene Lernerfahrungen aus den bestehenden Interessen und Ideen der SchülerInnen und greifen Verbindungen zum Umfeld der SchülerInnen auf.</li> <li>• Persönliche Kontexte setzen die Lernerfahrungen mit dem Alltagsleben der SchülerInnen in Bezug. Dies kann denjenigen, die sich möglicherweise nicht als wissenschaftlich begabt sehen, damit helfen, sich mit MINT-Themen identifizieren können.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinkering ist eine höchst persönliche Erfahrung, die darauf abzielt, Interessen zu wecken und aufrechtzuerhalten, indem der/die Lernende seine eigenen Ziele setzt und seinen Interessen folgen kann.</li> <li>• Die Teilnehmenden verfolgen ein persönliches Projekt, das individuell bedeutsam ist und auf ihrem vorhandenen Wissen und ihren Ideen aufbaut.</li> <li>• Tinkering kann Möglichkeiten bieten, personalisierte Lernerfahrungen zu schaffen, die auf individuellen Interessen oder beruflichen Zielen aufbauen. SchülerInnen, die sich für Mode interessieren, könnten beispielsweise die Verwendung von Licht und Ton erforschen, um interaktiven Schmuck herzustellen. Andere, die sich für Kunst und Design interessieren, könnten erforschen, wie mit Licht gemalt werden kann.</li> <li>• Die Vermittlung beim Tinkering versucht, den Lernenden dabei zu helfen, Verbindungen zwischen ihrer Tinkering-Erfahrungen und ihren Interessen herzustellen.</li> </ul>
<p><b>SÄULE 2: ENTLOCKEN, WERTSCHÄTZEN UND VERNETZEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Fragetechniken verwenden, um Wissen vom Umfeld der SchülerInnen hervorzulocken</li> <li>• An Bemerkungen anknüpfen und dabei einen Bezug zu MINT herstellen, um aufzuzeigen, dass diese Erfahrungen gültig und geschätzt sind.</li> <li>• Sich bemühen, alle SchülerInnen in den Unterricht einzubeziehen, insbesondere diejenigen, die ruhig oder schüchtern sind.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Tinkering-Umgebung (alles, was zur Tinkering-Aktivität gehört, einschließlich Materialien und Vermittlung) bietet einen sicheren, nicht wertenden Raum für die Lernenden, um sich und ihre Ideen mit völliger Meinungsfreiheit auszudrücken.</li> <li>• Die Tinkering-Umgebung ist ein „Raum auf Augenhöhe“ in dem Lehrkräfte Lernende unterstützen und oft mit ihnen zusammenarbeiten, anstatt den Lernprozess lenken zu wollen.</li> <li>• Die Vermittlung beim Tinkering orientiert sich an offenen Fragen. Es wird gefeiert und geschätzt, was der/die Lernende fühlt, erlebt und ausprobiert, anstatt sich auf „richtige“ oder vorgegebene Ergebnisse zu konzentrieren.</li> <li>• Tinkering wertschätzt zutiefst persönliche Erfahrungen. Die Lernenden verfolgen individuelle Interessen und beteiligen sich an Aktivitäten, die für sie persönlich bedeutsam sind, während sie ihre eigenen Ziele erforschen und ihre eigenen Lernwege schaffen.</li> <li>• Für das Tinkering ist keine formalisierte MINT-Theorie oder technisch wissenschaftliche Terminologie erforderlich. Die Sprachbarrieren werden gemindert und die SchülerInnen können sich in die Materie begeistert vertiefen, selbst wenn sie über ein geringeres Maß an wissenschaftlicher Grundbildung verfügen.</li> <li>• Tinkering kann ein Anlass sein, um über wissenschaftliche Prozesse, Fakten, Formeln und Theorien zu sprechen oder diese zu veranschaulichen. Dies ist jedoch weder der Ausgangspunkt noch das beabsichtigte Ergebnis. Somit sind SchülerInnen, die der Meinung sind, Wissenschaft sei nichts für sie, weniger gefährdet, sich entfremdet fühlen, und sich mehr dazu befähigt fühlen mitzumachen.</li> </ul>
<p><b>SÄULE 3: DIE SCIENCE-CAPITAL-DIMENSIONEN AUFBAUEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Über die acht Dimensionen des Science Capital reflektieren und versuchen, Bezüge zu ihnen herzustellen, um die zugehörigen Ressourcen und Denkweisen aufzubauen.</li> </ul>	<p>Tinkering kann potenziell zum Science Capital der SchülerInnen beitragen. Zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinkering findet oft im außerschulischen Kontext statt. Das könnte zu Dimension 5 beitragen.</li> <li>• Tinkering kann Lernende ermutigen, über Wissenschaft und Technik in ihrem Alltag zu sprechen. Das könnte zu Dimension 8 beitragen.</li> <li>• Tinkering-Aktivitäten zeigen häufig die übertragbare Natur von MINT-bezogenen Fähigkeiten auf, da diese verschiedene Medien, Methoden und Disziplinen verbindet und dort übergreifend verwendet werden. Das könnte zu Dimension 3 beitragen.</li> <li>• Für Lernende, die an Tinkering teilnehmen, gibt es viele mögliche Steigerungen der wissenschaftlichen Grundbildung. Beispielsweise können die SchülerInnen bei der Auswahl der zu verwendenden Materialien die Eigenschaften von Materialien kennenlernen oder ein tieferes Verständnis dafür gewinnen, wie wichtig es ist, Variablen zu prüfen, wenn eine Hypothese getestet wird. Das könnte zu Dimension 1 beitragen.</li> </ul>

# 3

## LITERATURVERZEICHNIS

Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922–948. <https://doi.org/10.1002/tea.21227>

Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11 year old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639. <https://doi.org/10.1002/sce.20399>

Archer, L., DeWitt, J., & Willis, B. (2013). Adolescent boys' science aspirations: Masculinity, capital, and power. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 1–30. <https://doi.org/10.1002/tea.21122>

Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2015). Learning Through STEM-Rich Tinkering: Findings From a Jointly Negotiated Research Project Taken Up in Practice. *Science Education*, 99(1), 98–120. <https://doi.org/10.1002/sce.21151>

DeWitt, J., & Archer, L. (2015). Who Aspires to a Science Career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2170–2192. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899>

DeWitt, J., Archer, L., & Mau, A. (2016). Dimensions of science capital: exploring its potential for understanding students' science participation. *International Journal of Science Education*, 38(16), 2431–2449. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1248520>

Godec, S., King, H., & Archer, L. (2017). *The Science Capital Teaching Approach: engaging students with science, promoting social justice*. London: University College London.

Harris, E., Winterbottom, M., Xanthoudaki, M., & Piper, I. (2016). A Practitioner Guide for Developing and Implementing Tinkering Activities. EU Project "Tinkering: Contemporary Education for the Innovators of Tomorrow" ISBN: 978-88-89432-57-0. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/306066132\\_A\\_PRACTITIONER\\_GUIDE\\_FOR\\_DEVELOPING\\_AND\\_IMPLEMENTING\\_TINKERING\\_ACTIVITIES](https://www.researchgate.net/publication/306066132_A_PRACTITIONER_GUIDE_FOR_DEVELOPING_AND_IMPLEMENTING_TINKERING_ACTIVITIES)

King, H., & Nomikou, E. (2017). Fostering critical teacher agency: the impact of a science capital pedagogical approach. *Pedagogy, Culture & Society*, 26(1), 87–103.

Petrich, M., Wilkinson, K., & Bevan, B. (2013). It looks like fun but are they learning? In M. Honey & D. E. Kanter (Eds.), *Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators* (pp. 50–70). New York, NY: Routledge.

Wilkinson, K., & Petrich, M. (2014). *The Art of Tinkering: Meet 150 Makers Working at the Intersection of Art, Science & Technology*. San Francisco, CA: Weldon Owen.