

04

*Fares Kayali, Vera Schwarz,
Naemi Luckner und Oliver Hödl*

Play it again.
Digitale Musikinstrumente
im MINT-Unterricht

Einleitung

Das Projekt Sparkling Instruments beschäftigte sich mit der spielerischen Gestaltung und technischen Entwicklung digitaler Musikinstrumente (DMIs). Es wurde untersucht, ob das Bauen, Gestalten und Verwenden von DMIs dazu geeignet ist, bei Schüler*innen das Verständnis für neue Formen des Musikmachens zu verbessern, sowie das Interesse an MINT-Schulfächern zu vertiefen (Kayali, Reza-Klein, Hödl & Luckner, in Vorbereitung). Eine vergleichende Fragebogenstudie mit einer Kontrollgruppe ergab, dass sich bei einem Teil der Schüler*innen, die an Sparkling Instruments teilgenommen hatten, ein größeres Interesse an Musik, dem Umgang mit Computern und insbesondere dem kreativen Umgang mit Technik entwickelte. Bei einem relevanten Teil sank das Interesse jedoch sogar ab. Zudem stieg aber auch das Interesse in der Kontrollgruppe, was darauf hindeutet, dass deren Interesse rein durch Beobachtung und Kontakt mit den teilnehmenden Schüler*innen gesteigert wurde. Die Teilnehmer*innen zeigten nach den Workshops außerdem ein größeres Interesse an den Fächern Multimedia und Physik (ebd.).

In diesem Beitrag wird der im Projekt erprobte Ablauf der schulischen Zusammenarbeit in der Lehrer*innenbildung vermittelt. Ausgehend von relevanter Theorie zur Überschneidung von MINT-Lernen mit kunstbasierten Zugängen (MINKT/STEAM) und zu projektorientiertem Lernen, wird der Ablauf der Zusammenarbeit mit den Schüler*innen bei der Gestaltung, Konstruktion und Nutzung von digitalen Musikinstrumenten dargestellt. Aufbauend auf Theorie und den im Prozess gewonnen Einsichten, wird anschließend eine dreistündige aus dem Projektverlauf abstrahierte Lehreinheit für die Lehrer*innenbildung vorgestellt.

Forschungsstand

MINKT-Lernen

Der Begriff MINKT (engl. STEAM: science, technology, engineering, arts and mathematics) beschreibt die Erweiterung der Ausbildung in Fächern wie Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT), indem Kunst und Geisteswissenschaften eingebunden

werden. Viel Forschung auf dem Gebiet MINKT folgt einer Bildungsphilosophie, die eng mit Deweys (Dewey, 1938) Vorstellung von „Learning by doing“ (Lernen durch Handeln) verbunden ist. Im Speziellen werden aktives Lernen (Christensen & Knezek, 2015), forschungsbastriertes Lernen (Spector, 2015), projektorientiertes Lernen (Connor, Karmokar & Whittington, 2015; Oner, Nite, Capraro & Capraro, 2016; Herro, Quigley & Dsouza, 2016) und ein Fokus auf das Verstehen, nicht nur das Erwerben von Wissen (Boy, 2013) erwähnt. Ziel ist dabei, den Lernenden Lebenskompetenzen zu vermitteln, die direkt auf MINT-Jobs übertragen werden können: Kommunikation und Zusammenarbeit (Christensen & Knezek, 2015), Argumentationsfähigkeit (Spector, 2015), inter-, trans- und multidisziplinäre Arbeit (Spector, 2015; Connor et al., 2015; Oner et al., 2016; Boy, 2013; Henriksen, 2014), kreatives Denken (Henriksen, 2014) und ganzheitliche Ansätze bei der Analyse und Lösung von Problemen (Spector, 2015). Zusätzlich zielt die Inklusion von Kunst und Geisteswissenschaften darauf ab, MINT-Themen für ein breiteres Spektrum von Schüler*innen zugänglich zu machen (Connor et al., 2015), die Motivation für MINT-Fächer zu erhöhen (Henriksen, 2014) und mehr Schüler*innen für eine Karriere im MINT-Bereich zu begeistern (Connor et al., 2015; Oner et al., 2016). Es gibt eine Vielzahl von Fallstudien, in denen beschrieben wird, wie MINKT-Projekte in Lehrpläne aufgenommen werden können, und zwar zu Themenbereichen wie Robotik (Oner et al., 2016), 3D-Druck (ebd.), Musik (Henriksen, 2014) oder virtuelle Realität (Connor et al., 2015). Einige dieser Fallstudien zeigen vielversprechende Ergebnisse, einerseits bezüglich erhöhter Motivation der Schüler*innen für MINT-Fächer (Oner et al., 2016), andererseits durch eine messbare Verbesserung von Schulnoten in MINT-Fächern. Die meisten dieser Studien konzentrieren sich jedoch auf positive Effekte durch MINKT-Unterricht, und diskutieren nicht, dass der Einsatz digitaler Medien nicht von allen Schüler*innen positiv aufgenommen wird (Schulz-Zander, 2005).

Projektorientiertes Lehren und Lernen

In Österreich kam projektorientierter Unterricht in den 1980er Jahren auf, als Lehrer*innen nach alternativen Lehr- und Lernformen suchten (Fridrich, 1994). Bis heute ist Projektunterricht allerdings im Regel-Schulsystem nicht sehr weit verbreitet, und ob er eingesetzt wird oder nicht, hängt hauptsächlich von einzelnen Lehrer*innen ab.

Schumacher und Rengstorff (2013) geben einen Überblick über empirische Studien zum Thema Projektunterricht aus dem deutsch- und englischsprachigen Raum und kommen zu dem Schluss, dass Projektunterricht viele Vorteile hat, aber auch sehr viel fordert. Insbesondere benötigen die Lehrer*innen vielfältige Kompetenzen, um erfolgreich projektorientiert unterrichten zu können. Verschiedene Autor*innen (Gudjons, 2014; Krajcik & Shin, 2014) haben einige wichtige Prinzipien und Ziele von Projektarbeit bzw. projektorientiertem Lernen herausgearbeitet, zum Beispiel: Die Projekte sollen einen Bezug zu den Lebenswelten der Schüler*innen und zur Gesellschaft im Allgemeinen haben; im Normalfall besteht das Ergebnis aus einem Endprodukt, das (schul-)öffentlich präsentiert wird; die Schüler*innen arbeiten relativ unabhängig in Kleingruppen und können weitgehend selbst bestimmen, wie das Endprodukt aussehen wird (siehe auch Rengstorff & Schumacher, 2013; Traub, 2012). Projektunterricht fördert meistens auch soziales Lernen (Steins & Haep, 2014; Goldenbaum, 2011).

Das Projekt „Sparkling Instruments“

Schul-Workshops mit digitalen Musikinstrumenten

Für die Schüler*innen war der Projektablauf von sieben Workshops geprägt, die im Laufe eines Schuljahres stattfanden. Daran nahmen insgesamt 33 Oberstufenschüler*innen eines Wiener Gymnasiums im Alter von 17 bis 19 Jahren im Rahmen des Freifachs „Multimedia-Unterricht“ teil. Diese 33 Schüler*innen wurden in drei gleich große Gruppen eingeteilt. Im folgenden Abschnitt stellen wir die Inhalte der Workshops kurz vor.

Einführungsworkshop: Im Einführungsworkshop wurde zunächst das Projekt selbst und sein Zeitplan vorgestellt, um danach einen Überblick über die Geschichte von Musikinstrumenten und die physikalischen Grundlagen von Klang zu bieten. Darüber hinaus konnten die Schüler*innen im Workshop selbst verschiedene digitale und unkonventionelle Musikinstrumente ausprobieren, etwa Synthesizer, Musik-Bastelsets (u. a. Lego Mindstorms) sowie zwei Prototypen aus Forschungsprojekten (ein Prototyp war eine mit Mikrocontroller und Sensoren modifizierte Akustikgitarre). Dadurch sollten die

Schüler*innen einen Eindruck davon erhalten, wie die Interaktion mit Instrumenten gestaltet werden kann und wie verschiedene Klänge entstehen. Da die aktive Teilnahme und Mitarbeit der Schüler*innen über die Projektlaufzeit hinweg unerlässlich war, wurden bereits in diesem ersten Workshop erfolgreich interaktive Elemente eingesetzt.

Elektronik-Workshops: Es fanden zwei aufeinander aufbauende Workshops zum Thema „Elektronik“ statt. Im Vorfeld wurden Elektronikbaukästen zusammengestellt, die den Schüler*innen für das Entwerfen ihrer Musikinstrumente zur Verfügung gestellt wurden, und die danach auch in der Schule verblieben. Diese Baukästen bestanden einerseits aus Werkzeug und Verbrauchsmaterial, andererseits aus einer von Studio Praxistest (<https://praxistest.cc/>) im Sinne eines möglichst niederschweligen Zugangs eigens für das Projekt adaptierten Platine (Abb. 1). Zu Beginn wurden einige praktische Beispiele selbstgebauter und -modifizierter elektronischer Musikinstrumente sowie der Inhalt des Elektronikbaukastens vorgestellt. Danach bekamen die Schüler*innen ausreichend Zeit, ihre eigenen Prototypen zu entwickeln und zu bauen (Abb. 1). Die Schüler*innen wurden dabei von ihrem Lehrer und einem externen Workshop-Leiter intensiv betreut. Am Ende des Elektronik-II-Workshops standen erste Versionen der von den Schüler*innen entwickelten digitalen Musikinstrumente (in Form von Schaltungen auf der Platine).

Digital-Fabrication-Workshop: Dieser Workshop fand im Physical Design Lab der Human-Computer Interaction Group an der TU Wien statt. Im Workshop wurden Themen wie Informatik, Digital Fabrication und das Informatik-Studium an der TU besprochen. Außerdem wurden Technologien wie 3D-Druck, Lasercutting und stromleitende Textilien vor Ort demonstriert und von den Schüler*innen selbst ausprobiert. Zuletzt wurde von der Gruppe gemeinsam die 3D-Druckvorlage einer Halterung für das selbstgebaute Musikinstrument (also die Platine) entworfen.

Kompositions- und Performance-Workshops: In zwei Kompositions-Workshops war ein enger Zusammenhang zwischen Komposition und Design der Instrumente wichtig. So wurden diese Workshops einerseits genutzt, um sich der Tätigkeit des Komponierens anzunähern und einen zu den Instrumenten und Interessen der drei verschiedenen

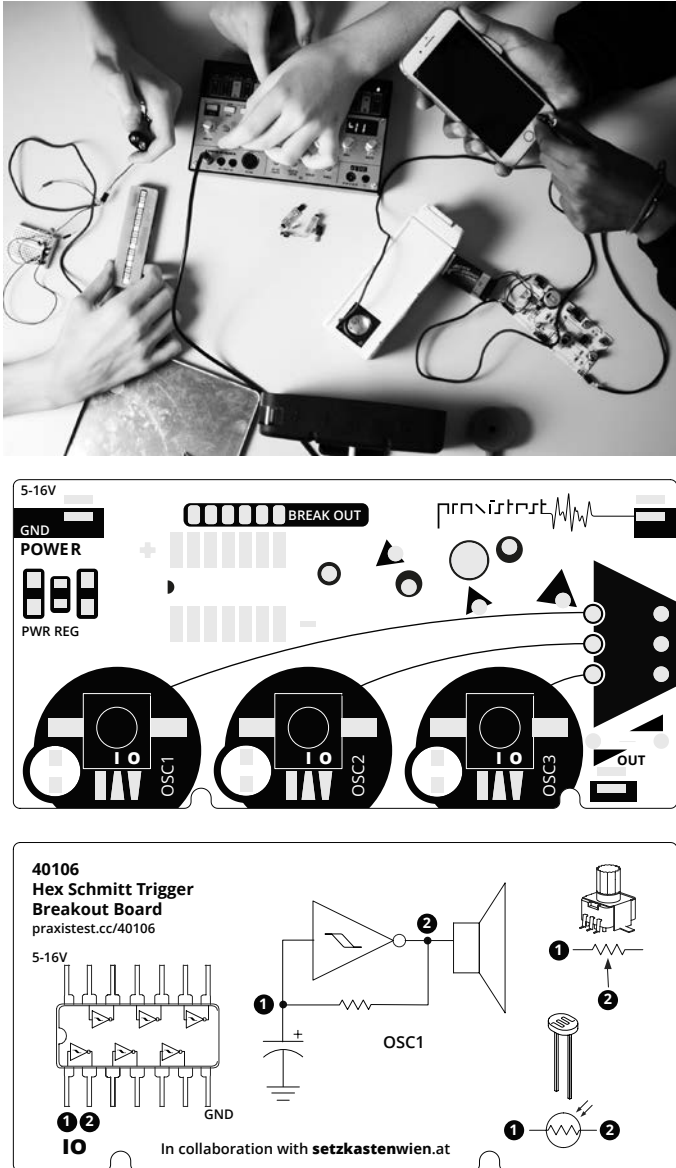


Abb. 1 Bauen und Nutzen von Prototypen digitaler Musikinstrumente (oben) und die im Projekt verwendete Platine (unten)



Gruppen passenden Zugang dazu zu finden. Andererseits wurden aber auch die Instrumente noch erweitert und angepasst, um die Ansprüche an die Komposition zu erfüllen. Das Ziel war, auf den in-

nerhalb der jeweiligen Gruppe entstandenen Musikinstrumenten ein gemeinsames Stück zur Aufführung zu bringen. Da die drei Gruppen in den vorangegangenen Elektronik-Workshops verschiedene Interessen an den Tag gelegt hatten, wurden die Kompositions-Workshops von den Workshop-Leitern unterschiedlich ausgestaltet. Der Übergang von Komposition zu Performance war fließend, doch war das Thema Performance beim allerletzten Workshop am präsentesten. Bei der schulöffentlichen Performance selbst traten die drei Gruppen hintereinander auf.

Fazit

Den Schüler*innen brachte das Projekt neue Einsichten im Bereich Musik und Klang, insbesondere durch den experimentellen Zugang. Zusätzlich erlangten sie durch das Selbst-Tun Kenntnisse im Bereich Elektronik, die über das an Schulen Übliche hinausgehen. Außerdem blieben die Elektronikbaukästen für eine zukünftige Nutzung in der Schule zurück.

Den Lehrer*innen lieferte das Forschungsprojekt ein Beispiel für ein Unterrichtsprojekt, das Wissen interdisziplinär vermittelt. Dieser beispielhafte Aspekt wurde in weiterer Folge für die Lehrer*innenbildung aufbereitet.

Ergebnis: Digitale Musikinstrumente in der Lehrer*innenbildung

Kontext

Die Einsichten und Ergebnisse des Projekts wurden in weiterer Folge für die Lehrer*innenbildung verdichtet. Diese Lehreinheit ist Teil der „Allgemeinen Bildungswissenschaftlichen Grundlagen“ des Bachelor-Lehramtsstudiums und wird im Rahmen des Seminars „Forschungsgeleitete Lehre & Digitalisierung“ an der Universität Wien unterrichtet. Im Folgenden wird die Lehreinheit beschrieben.

Im Seminar werden Parallelen zwischen wissenschaftlicher Forschung und schulischer Lehre identifiziert und es werden gemeinsam Methoden entwickelt, wie wissenschaftliche Forschung an Schüler*innen kommuniziert werden kann. Die Studierenden gestalten selbst Unterrichtskonzepte zu forschungsgeleiteter Lehre, die sie im Rahmen des

Seminars vorstellen. Die Lehreinheit zu Sparkling Instruments findet zu Semesterbeginn statt, um den Studierenden ein Beispiel für ein Unterrichtskonzept zu geben. Am Seminar können bis zu 25 Studierende teilnehmen. Die vorgestellte Lehreinheit dauert drei Stunden.

Ziel

Allgemeines Ziel der Lehrveranstaltung ist es, gemeinsam im Kontext der Digitalisierung auf Basis wissenschaftlicher Forschungsprojekte und wissenschaftlicher Fachliteratur Verständnis für einen Dialog zwischen Wissenschaft und Schule zu entwickeln. Mit Hilfe des Projekts „Sparkling Instruments“ wird in der spezifischen Lehreinheit gezeigt, wie ein projekt-, technik- und kreativitätsorientierter Zugang MINT- und Musiklernen transportieren kann.

Ablauf

Im ersten Teil der Einheit (30 Minuten) wird zunächst das Projekt „Sparkling Instruments“ vorgestellt. Den Studierenden werden der Projektverlauf und die Zusammenarbeit mit den Schüler*innen im Detail vorgestellt. Dabei wird der wissenschaftliche Hintergrund zu MINKT Lernen, spielerischem Lernen und zu Zugängen wie beispielsweise inquiry-based learning vermittelt. Die darauf aufbauenden didaktischen Konzepte der Workshops (siehe den Abschnitt zum Projekt Sparkling Instruments) und die darin vorgestellten Inhalte werden präsentiert und am Ende werden zwei Videos von Abschlussperformances gezeigt, die unterschiedliche Zugänge der Schüler*innen illustrieren. Eine Performance beschäftigt sich dabei mit der räumlichen Dimension von Klang, die andere mit Notation und Dirigieren.

Die Studierenden werden auch mit den wissenschaftlichen Ergebnissen des Projekts hinsichtlich der Durchführung, Lernerfolge und des Weckens von Interesse konfrontiert. Hierbei wird auch darauf geachtet einen Fokus zu setzen, dass das Projekt der Interessensweckung zuträglich sein kann, Wissensvermittlung aber fachspezifischer orientierte Zugänge benötigt.

Danach sind 30 Minuten lang Zeit, kommerzielle digitale Instrumente sowie Nachbauten fertiger Instrumente, die die Schüler*innen im Projekt gestaltet und gebaut haben, auszuprobieren. Nach einer Diskussionsrunde und Gelegenheit für Fragen (15 Minuten) folgt dann eine Pause (15 Minuten). Auf Basis der Reflexion der gerade gemachten

Erfahrung mit digitalen Musikinstrumenten wird besprochen, wie ein Transfer der gemachten Erfahrungen in die Schule passieren kann. Im zweiten Teil der Einheit werden die KORG Littlebits (<https://littlebits.com/products/synth-kit>, siehe Abb. 2) verwendet, um den Studierenden die Gelegenheit zu geben, selbst Instrumente zu bauen.



Abb. 2: Nutzen der KORG LittleBits in der Lehrer*innenbildung (oben) und in der Weiterbildung (unten)



Die KORG Littlebits sind den im Projekt verwendeten Bauteilen ähnlich. Sie sind allerdings etwas simplifiziert und lassen sich magnetisch verbinden. Sie stellen eine einfache Möglichkeit dar, mit logischen Bauteilen und elektronischen Klangerzeugern zu arbeiten und zu experimentieren, ohne löten zu müssen. Sie werden verwendet, da in diesem Rahmen nicht genug Zeit zur Verfügung steht, den vollen technischen Projektverlauf abzubilden. Dieser Zugang ist dennoch geeignet um die Brücke zwischen Kreativität und technischem Lernen, im Sinne des vorgestellten MINKT Zugangs, zu schlagen. Die Studierenden bekommen 60 Minuten Zeit, in Kleingruppen (maximal fünf Studierende) zu experimentieren und eine kurze (1-2 Minuten lange) Performance zu entwickeln. Am Ende der Einheit stellt jede Gruppe ihr Ergebnis als Performance vor (15 Minuten). Dabei ist üblicherweise wenig Erklärung nötig. Die Studierenden sind dabei experimentierfreudig, und es entstehen variantenreiche Resultate. Die Lehreinheit schließt mit einer gemeinsamen offenen Reflexion (15 Minuten). In der Reflexion wird die Wichtigkeit einer Performance als Motivator für die Schüler*innen besprochen

Zusammenfassung und Reflexion

Die vorgestellte Lehreinheit fand bisher dreimal im Kontext des angesprochenen Seminars und einmal als Lehrer*innenweiterbildung statt. Die Studierenden haben die Inhalte durchgehend positiv rezipiert. Das Engagement beim Ausprobieren und Bauen der Instrumente war größtenteils hoch. Dennoch gibt es immer Einzelne, die sich vor allem aufgrund des experimentellen Charakters der Musik bei den praktischen Teilen zurücknehmen. Der performative Aspekt am Ende wirkt auf die Studierenden genauso motivierend wie auf die Schüler*innen im Sparkling-Instruments-Projekt. Offen bleibt die Frage nach der Transferierbarkeit des spezifischen Wissens, das in der Einheit vermittelt wird. Studierende lernen aus didaktischer Sicht, wie Technologie und Kreativität in fächerübergreifenden Szenarien zusammenspielen können. Das spezifische Wissen aus den involvierten MINT-Fächern kann durch den hohen Abstraktionsgrad der vorgestellten Einheit aber nicht so vermittelt werden, dass Studierende in der Lage wären, die Inhalte aus dem Sparkling-Instruments-Projekt selbst durchzuführen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein kreativitäts- und praxisorientierter Projektzugang in der Lehrer*innenbildung sehr inspirierend wirken kann und den Studierenden dabei hilft, selbst innovative und fächerübergreifende Unterrichtskonzepte im Kontext digitaler Medien zu entwickeln.

Literatur

- Boy, G. A. (2013). *From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education*. European Conference on Cognitive Ergonomics. Université Toulouse le Mirail, France, 1-8.
- Christensen, R. & Knezek, G. (2015). Active Learning Approaches to Integrating Technology into a Middle School Science Curriculum Based on 21st Century Skills. In X. Ge, D. Ifenthaler & J. M. Spector (Eds.), *Emerging Technologies for STEAM Education* (pp. 17-37). Cham: Springer.
- Connor, A. M., Karmokar, S. & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5 (2), 37-47.
- Dewey, J. (1938). *Logic: The Theory of Inquiry*. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Fridrich, C. (1994). Chancen und Grenzen des Projektlernens an österreichischen Schulen aus heutiger Sicht. *Schulheft*, 74, 7-30.
- Goldenbaum, A. (2011). *Innovationsmanagement in Schulen: Eine empirische Untersuchung zur Implementation eines Sozialen Lernprogramms*. Wiesbaden: Springer.
- Gudjons, H. (2014). *Handlungsorientiert lehren und lernen: Schüleraktivierung – Selbsttätigkeit – Projektarbeit* (8., aktualisierte Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. *STEAM*, 1 (2), 1-9.
- Herro, D., Quigley, C. & Dsouza, N. (2016). STEAM Enacted: A Case Study Exploring Middle School Teachers Implementing STEAM Instructional Practices. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 35 (4), 319-342.
- Kayali, F., Reza-Klein, P., Hödl, O. & Luckner, N. (in Vorbereitung). Making digital musical instruments: Design as a means of teaching creative and technological literacy. In R. Mateus-Berr & J. Richard (Eds.), *Teaching Artistic Research: Conversations Across Cultures*. Berlin: De Gruyter.
- Krajcik, J. S. & Shin, N. (2014). Project-based learning. In K. R. Sawyer (Eds.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 275-297). Cambridge: Cambridge University Press.
- Oner, A., Nite, S., Capraro, R. & Capraro, M. (2016). From STEM to STEAM: Students' Beliefs About the Use of Their Creativity. *STEAM*, 2 (2), 1-14.
- Rengstorf, F. & Schumacher, C. (2013). Projektunterricht in Lehrerbildung und Bildungsdiskussion. In C. Schumacher, F. Rengstorf & C. Thomas (Hrsg.), *Projekt: Unterricht – Projektunterricht und Professionalisierung in Lehrerbildung und Schulpraxis* (S. 19-39). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Schulz-Zander, R. (2005). Veränderung der Lernkultur mit digitalen Medien im Unterricht. In H. Kleber (Hrsg.), *Perspektiven der Medienpädagogik in Wissenschaft und Bildungspraxis*, (S. 125-140). München: kopaed.

- Schumacher, C. & Rengstorf, F. (2013). Chancen und Probleme bei der Implementation von Projektunterricht – eine Übersicht zur empirischen Unterrichtsforschung aus international vergleichender Perspektive. In C. Schumacher, F., Rengstorf & C. Thomas (Hrsg.), *Projekt: Unterricht – Projektunterricht und Professionalisierung in Lehrerbildung und Schulpraxis* (S. 63-85). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Spector, J. M. (2015). Education, Training, Competencies, Curricula and Technology. In X. Ge, D. Ifenthaler & J. M. Spector (Eds.), *Emerging Technologies for STEAM Education*, (S. 3-14). Cham: Springer.
- Steins, G. & Haep, A. (2014). Soziales Lernen – Angewandte Sozialpsychologie für Lernende und Lehrende in Schule und Universität. *Gruppendynamik & Organisationsberatung*, 45 (1), 5-23. doi: 10.1007/s11612-014-0234-6
- Traub, S. (2012). *Projektarbeit – ein Unterrichtskonzept selbstgesteuerten Lernens? Eine vergleichende empirische Studie*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.



Fares Kayali, Dr. DI,
Prof. für Digitalisierung im Bildungsbereich,
Universität Wien.
Arbeitsschwerpunkte: Technologie-Design,
digitale Transformation, digitale Spiele

fares.kayali@univie.ac.at



Vera Schwarz, Mag.a, wiss. Mitarbeiterin
am Zentrum für LehrerInnenbildung,
Universität Wien.
Arbeitsschwerpunkte: Sozialwissenschaften,
Diversität, Intersektionalität

vera.schwarz@univie.ac.at



Naemi Luckner, DI,
wiss. Projektmitarbeiterin, TU Wien.
Arbeitsschwerpunkte:
Lernplattformen in der Massenlehre,
Game Design, Barrierefreiheit

naemi.luckner@univie.ac.at



Oliver Hödl, Dr. DI, Universitätsassistent,
Forschungsgruppe Cooperative Systems,
Universität Wien.
Arbeitsschwerpunkte:
Human-centred Design, Music Computing

oliver.hoedl@univie.ac.at