



European Music Portfolio (EMP) – Maths: 'Sounding Ways into Mathematics'

Arbeitsbuch für Lehrerinnen und Lehrer

Autoren:

Peter Mall, Maria Spychiger, Rose Vogel, Julia Zerlik

Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Frankfurt (Main)

Goethe Universität Frankfurt (Main)

Juni 2016



Lifelong
Learning
Programme

Dieses Projekt wurde mit der Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser und das EMP-M Konsortium. Die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Mitarbeiter:

Markus Cslovjecssek, Helmut Linneweber-Lammerskitten, Martin Guggisberg, Andreas Richard, Boris Girnat, Daniel Hug and Samuel Inniger (The School of Teacher Education, University of Applied Sciences Northwestern Switzerland)

Carmen Carrillo, Albert Casals, Cristina González-Martín, Jèssica Perez Moreno, Montserrat Prat and Laia Viladot (Universitat Autònoma de Barcelona, Spain)

Maria Argyriou, Maria Magaliou, Georgios Sitotis, Elissavet Perakaki, Katerina Geralis-Moschou (Greek Association of Primary Music Education Teachers, Greece)

Caroline Hilton, Jennie Henley, Jo Saunders and Graham F. Welch (UCL Institute of Education, Great Britain)

Slávka Kopčáková, Alena Pridavková, Edita Šimčíková and Jana Hudáková (University of Prešov, Slovakia)

Raluca Sassu, Anamaria Cățană and Mihaela Bucuta (Centre for Research in Psychology, the Lucian Blaga University of Sibiu, Romania)

Peter Ludes (Goethe University, Frankfurt (Main), Germany)

Dieses Arbeitsbuch ist eine gekürzte Ausgabe von “EMP-Maths – Handbuch für Lehrerinnen und Lehrer”, verfügbar unter maths.emportfolio.eu.

Copyright © 2016. All rights reserved.

Hergestellt für das Comenius Lebenslanges Lernen Projekt

538547-LLP-1-CH-COMENIUS-CMP

www.maths.emportfolio.eu

Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Frankfurt a.M.

Eschersheimer Landstrasse 29-39

60322 Frankfurt

Inhalt

1	Einleitung.....	5
2	Grundlagen des Lernens.....	7
2.1	Von der Aufgabe zur Konstruktion.....	7
2.2	Lehr- und Lernumgebungen.....	8
2.3	Die Rolle von Material und Raum.....	10
2.4	Aufbau und Struktur der Beispiele.....	11
3	Beispiel einer Aktivität.....	15
3.1	Blinke, Blinke kleiner Stern.....	15
4	Zusammenfassung.....	18
5	Literaturverzeichnis.....	19

1 Einleitung

Das Vertrauen vieler Menschen in ihre mathematischen und musikalischen Fähigkeiten ist oftmals sehr niedrig ausgeprägt oder wenig ausdifferenziert. Sie glauben, dass sie in dem einen oder anderen Fach (oder beiden) nicht gut seien. Hinzukommt, dass die Aussage „Ich kann nicht singen“ oder „Mathematik habe ich noch nie verstanden“ durchaus gesellschaftsfähig ist und sie nicht daran hindern muss, eine erfolgreiche Karriere zu durchlaufen, noch wird es die Meinung anderer über sie ändern.

Das Projekt „European Music Portfolio – Sounding Ways into Mathematics“ (EMP-Maths) möchte dieses Verständnis ändern. Jeder kann singen und Musik machen und jeder kann Mathematik treiben. Beide Themen sind integraler Bestandteil unseres Lebens und unserer Gesellschaft. Was geändert werden muss, ist das Bild von diesen beiden Fächern und die Fähigkeit von Lehrpersonen, Lernenden die Gelegenheit zu geben, dieses zu verändern und die beiden Fächer als bereichernd für die Lebensgestaltung einzustufen.

Musik und Mathematik in der Schule zu verbinden ist nicht neu. Tatsächlich steigt die Zahl der publizierten Beispiele ständig an. Bedauernswerter Weise wurde in der Vergangenheit zu viel Wert darauf gelegt, zu untersuchen, wie durch Musik mathematische, oder allgemeine Fähigkeiten oder sogar Intelligenz gefördert werden können und es wurde zu wenig auf die gleichberechtigte gegenseitige Befruchtung dieser beiden Bereiche Wert gelegt. Peter Hilton verdeutlicht diesen Aspekt mit Bezug zu Mathematik und Musik:

[...] Mathematik, wie auch Musik, sollte man um der Sache willen zu tun [...]. Damit soll nicht der Nutzen der Mathematik geschmälert werden; dieser große Nutzen neigt jedoch dazu, die kulturellen Aspekte der Mathematik zu verbergen und zu verschleiern. Das Vorbild der Musik leidet unter keiner vergleichbaren Verwirrung, da sie eindeutig eine Kunst ist, die Komponisten, Interpreten und Publikum bereichert; Musik muss sich nicht wegen ihres Beitrags zu anderen Bereichen menschlicher Existenz rechtfertigen. Niemand fragt sich nach dem Hören einer Beethoven Symphonie: „Was ist der Nutzen davon?“ Mehr noch, Mathematik gewinnt nichts an Funktionalität, wenn man ihre inhärenten Qualitäten ignoriert – im Gegenteil, um sie effektiv nutzen zu können, ist es notwendig, Mathematik zu würdigen und ihre inhärenten Qualitäten und Dynamiken zu verstehen (Gullberg 1997, S. xvii).

EMP-Maths spricht gleichermaßen Fachlehrkräfte in Musik bzw. Mathematik an, ebenso wie jeden, der daran interessiert ist, die Welt der Mathematik und Musik zu entdecken.

Dieses Arbeitsbuch fokussiert auf Grundlagen des Lernens und hier auf die Bedeutung der Aufgabe, der Lernumgebung und des Materials in der Verschränkung mathematischen und musikalischen Lernens.

Beispielhaft wird im Arbeitsbuch eine Aktivität vorgestellt, in welcher Mathematik und Musik in einer Unterrichtssequenz miteinander verbunden werden. Weitere Aktivitäten, die in der Schule genutzt werden können, finden sich im *Handbuch für Lehrerinnen und Lehrer*.¹ Viele weitere Beispiele und Vorschläge sind bereits vorhanden (siehe Web-Seite des Projekts) und wir möchten jeden ermutigen, sie zu nutzen. Die Auswahl im *Handbuch* deckt einige zentralen Felder

¹ Mall, Spychiger, Vogel und Zerlik (2016)

der Mathematik und der Musik ab: Singen, Tanzen, Hören, Probleme lösen, Zahlen, Messen, Raum und Form. Mit diesem Ansatz wollen wir das Projekt an die Kerncurricula der beteiligten Länder anbinden: Deutschland, Griechenland, Rumänien, Slowakei, Spanien, Schweiz und Großbritannien. Die Dokumentation der Beispiele erfolgt in einer Art von Didaktischen Design Patterns, deren Struktur an die Anforderungen des Projekts angepasst wurde.

Das Projekt „Sounding Ways into Mathematics“ stellt Aktivitäten mit unterschiedlichen mathematischen und musikalischen Inhalten vor, um Lehrpersonen ein möglichst breites Spektrum an Hilfsmitteln, Ideen und Beispielen anbieten zu können. Diese Aktivitäten sind so aufgebaut, dass sie erweiter- und anpassbar an unterschiedliche Kontexte sowie auf die Bedürfnisse einer jeden Lehrperson und deren Schülerinnen und Schülern sind. Ferner wurden diese Aktivitäten nicht nur entwickelt, um von der Lehrperson instruktiv ausgeführt zu werden, sondern, um sie gemeinsam mit der Lerngruppe zu nutzen und eventuell sogar gemeinsam zu verändern und weiter zu entwickeln.

Neben diesem Arbeitsbuch und dem Handbuch für Lehrerinnen und Lehrer stellt das Projekt Informationsmaterial und konkrete Hinweise für Unterrichtsgestaltung sowie Weiterbildungsangebote zur Verfügung, eine Web-Seite (<http://maths.emportfolio.eu>), von der Materialien heruntergeladen werden können sowie eine Online Plattform zur interaktiven Zusammenarbeit. Ein Überblick über relevante Literatur und Forschung ist in einem separaten Dokument zusammengestellt.² Dieses Arbeitsbuch bildet die Grundlage der Weiterbildungskurse. Das Projekt „Sounding Ways into Mathematics“ steht in Verbindung zum EMP-Sprachen Projekt „A creative Way into Languages“ (<http://emportfolio.eu/emp/>).

² Siehe dazu die Literaturübersicht (Hilton et al. 2015) und das ‘State of the Art Paper’ (Saunders et al. 2015).

2 Grundlagen des Lernens

2.1 Von der Aufgabe zur Konstruktion

Dieses Kapitel greift zwei Aspekte des Lernens auf: die Bedeutung der Aufgabe als Lernanlass für den Lernprozess und Formen von Konstruktionsprozessen während des Lernprozesses in der Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand und der Art und Weise wie dieser präsentiert wird sowie im Kontext aller am Lernprozess beteiligter Personen.

Die Aufgabe steht für den Startpunkt, man könnte vielleicht auch von einem Kristallisationspunkt sprechen, von dem Lernen ausgeht. Das Charakteristische von Aufgaben besteht darin, „dass sie immer auf etwas verweisen, das fehlt“ (Girmes 2003, S. 6). Damit werden sie zu einem Lernanlass, da beim Lernenden häufig das Bedürfnis entsteht, die identifizierte Lücke zu schließen. Es gilt natürlich zwischen „Aufgaben im Leben“ und „Aufgaben in der Schule“ zu unterscheiden (vgl. ebd., S. 8). „Aufgaben im Leben“ entstehen „in der Begegnung zwischen Mensch und Welt, ohne dass jemand Dritter eine Aufgabe für andere formuliert [...]“ (ebd.). Aufgaben in der Schule, sogenannte „Lernaufgaben“ (ebd., S.10) werden inszeniert und professionell konstruiert.

Im Konstruktionsprozess der Lernaufgaben werden institutionelle Rahmenbedingungen und die Weltsicht der Lehrperson wirksam. Der Freiheitsgrad solcher Lernaufgaben reicht von niedrig bis hoch. Hierbei bezieht sich der Freiheitsgrad auf den Spielraum der Lernenden bei der Bearbeitung der Aufgabe. Bei klaren Vorgaben zu Vorgehensweise und Ergebnis ist der Spielraum der Lernenden sehr niedrig. Der Freiheitsgrad bei offenen Aufgaben, die oftmals in eine Lernumgebung eingebettet sind, ist dagegen hoch. Die Lernenden können entsprechend ihrer Vorkenntnisse, kognitiven Fähigkeiten, Interesse und Motivation unterschiedliche Wege in der Bearbeitung einschlagen. Meist führen diese unterschiedlichen Wege zu unterschiedlichen Ergebnissen, die durchaus in der Spanne potentiell möglicher Ergebnisse liegen.

Der Begriff der Konstruktion steht für den sich anschließenden Lernprozess der Lernenden. Die Auffassung von Lernen, die hier zum Ausdruck gebracht wird, rückt die Eigentätigkeit des Individuums in den Vordergrund. Die Lehrperson gibt Anregungen, die von den Lernenden aufgegriffen werden und der aktiven und selbstgesteuerten Wissenskonstruktion dienen. Das Einbeziehen des situativen Moments der konkreten Lernsituation fokussiert zusätzlich auf die Bedeutung von Interaktionsprozessen zwischen den Lernenden und Lehrenden (Gerstenmaier und Mandl 1995; Greeno 1989) und bezieht die institutionellen Rahmenbedingungen, die soziokulturellen, die motivationalen sowie volitionalen Voraussetzungen der Lernenden mit ein.

Die Auseinandersetzung mit Aufgaben stellt in der Mathematik einen zentralen Aspekt der gemeinsamen unterrichtlichen Arbeit von Lernenden und Lehrenden dar. Aktuell werden Aufgaben als Antwort auf die Vielfalt der Lernenden so gestaltet, dass sie unterschiedliche Zugänge erlauben, d.h. auf dem jeweiligen Niveau des Lernenden und seinen mathematischen Voraussetzungen bearbeitet werden können. Oftmals werden nach einer individuellen Beschäftigung

mit der Aufgabe diskursiv die individuellen Herangehensweisen in einer größeren Gruppe diskutiert. Die Aktivierung der Lernenden im Sinne eines entdeckenden Mathematiktreibens steht dabei im Vordergrund.

Als unterrichtsmethodisches Prinzip lässt sich häufig das Ich-Du-Wir-Prinzip (Think-Pair-Share) beobachten (vgl. Barzel et al. 2007, S. 118ff.). Diese Art der Herangehensweise ermöglicht den Lernenden im ersten Schritt eine individuelle Auseinandersetzung mit der Lernaufgabe, unbeeinflusst von Gedankengängen anderer Schülerinnen und Schüler. Die Du-Phase zielt auf einen Austausch mit einer Lernpartnerin bzw. einem Lernpartner hinaus. Die eingeschränkte Öffentlichkeit bietet einen Schonraum für unfertige Gedanken. Erst im letzten Schritt wird die Klassenöffentlichkeit hergestellt. Dies erfolgt häufig in Form von Präsentationen, die dann im Plenum diskutiert werden. Diese Art des Umgangs mit Aufgaben führt zu individuellen Wissenskonstruktionen, die in der Paar- und in der Wir-Phase diskursiv weiterentwickelt werden und zu ko-konstruktiven Prozessen führen können. Der Begriff der Ko-Konstruktion verweist hier auf eine gemeinsame Wissenskonstruktion durch sozialen Austausch (vgl. Brandt und Höck 2011).

Im Unterschied zum mathematischen Lernen steht in der Musik zu Beginn häufig das gemeinsame Tun. In der Gruppe sind musikalisch-interaktive Vorgänge möglich, wie z.B. im „Call and Response“, die das musikalische Lernen charakterisieren (Spychiger 2015, S. 57). Erfahrungen mit der Wirksamkeit des eigenen Tuns vor dem Hintergrund des gemeinsamen Tuns sind im Musikunterricht bedeutsam. So erlebt eine Person ihr individuelles Singen im Chor als Teil eines großen Ganzen, das z.B. durch eine gemeinsame Aufführung zum Ausdruck kommt und bedeutsam wird (vgl. ebd., S. 53). Weiterhin spielt beim musikalischen Lernen vor allem im Instrumentalunterricht die Nachahmung eine bedeutsame Rolle.

Lernprozesse, in Mathematik ebenso wie in Musik, pendeln zirkulär zwischen den Polen ‚individuellem Lernen‘ und ‚Gruppenlernen‘. Insgesamt lassen sich mathematisches und musikalisches Lernen im konstruktivistischen Sinne als handlungsorientierte, situative und soziale Prozesse beschreiben (Reinmann-Rothmeier und Mandl 2001; Spsychiger 2015).

Die Lernaufgaben, die in den Aktivitäten des EMP-Projekts inszeniert werden, tragen Potentiale der Konstruktion und Ko-Konstruktion und greifen methodische Vorgehensweisen der Mathematik sowie der Musik auf.

2.2 Lehr- und Lernumgebungen

Der Begriff der Lehr-Lernumgebung hat sich in einer Zeit entwickelt, in der Alternativen zum stark durch die Lehrperson strukturierten Unterricht gesucht wurden. Die Suche nach neuen Lehr- und Lernformen ist häufig an eine Wende in der Auffassung vom Lernen selbst gekoppelt. Heute prägen konstruktivistische Ansätze unser Verständnis von Lernen. Hier dominiert die Idee des Lernens als einem Prozess der situativen Wissenskonstruktion, eingebettet in Kontext

und Kultur (Greeno 1989) sowie der Annahme, dass Lernen in der Interaktion zwischen Lernenden und Lehrenden konstruiert wird (Krummheuer 2007, S. 62).

Lernen in Lernumgebungen verstanden als Wissenskonstruktion seitens der lernenden Person beruht auf Gestaltungsprinzipien, die in unterschiedlichen konstruktivistischen Instruktionsansätzen zum Ausdruck kommen. Hierzu gehören der ‚Anchored Instruction-Ansatz‘, der ‚Cognitive Flexibility-Ansatz‘ und der ‚Cognitive Apprenticeship-Ansatz‘. Diesen Ansätzen aus den 1990iger Jahren ist gemein, dass die Lehrperson einen ‚Lernraum‘ gestaltet, in dem die Lernenden anwendungsorientiert in das jeweilige fachliche Denken und Handeln eingeführt werden. Diese Art der Lehr-Lernumgebungen lassen sich wie folgt charakterisieren: „Eine Lernumgebung ist ein Ort, an dem Menschen auf Hilfsmittel zurückgreifen, um Dingen Bedeutung zu geben und sinnvolle Lösungen für Probleme zu finden“ (Wilson 1996, S. 3). Die Definition für konstruktivistische Lernumgebungen lautet nach Wilson (1996, S. 5):

... ein Ort, an dem Lernende zusammenarbeiten und sich gegenseitig unterstützen, während sie verschiedene Werkzeuge und Informationsquellen im Rahmen der vorgegebenen Lernziele und problemlösenden Aktivitäten nutzen.

In dieser Definition wird bereits deutlich, dass eine Lehr-Lernumgebung Freiräume für die Lernenden bietet und gleichzeitig von der Lehrperson gestaltet wird. Damit findet in Lernumgebungen nach wie vor institutionelles Lernen statt, da es vorgedacht und gestaltet wird. Es bietet den Lernenden aber kreative Freiräume, eigene Erfahrungen mit dem Lerngegenstand zu machen.

Instruktionen als (Lern-)Umwelt zu betrachten, legt die Betonung auf den ‚Ort‘ oder den ‚Raum‘, an dem Lernen stattfindet. Eine Lernumgebung umfasst mindestens den Lernenden, ein ‚Szenarium‘ oder ‚Raum‘, worin der Lernende agiert, Werkzeuge und Geräte benutzt, Informationen sammelt und interpretiert, vielleicht mit anderen interagiert usw. (Wilson 1996, S. 4).

Aktuell tritt der Begriff der ‚Lernumgebung‘ oft in Kombination mit dem Begriff des Differenzierens und hier vor allem in Kombination mit der ‚natürlichen Differenzierung‘ auf (vgl. Scherer und Moser Opitz 2010). Es wird bedeutsam, dass die Lernenden ihre eigenen Lernwege finden, ein eigenes Lerntempo entwickeln und individuelle Erkenntnisse generieren. Der Begriff der Ko-Konstruktion wird bedeutsam. In der Ko-Konstruktion erhält die „individuelle Konstruktionsleistung“ eine „kulturelle Prägung“ (Brandt und Höck 2011, S. 249).

Im Bereich der Mathematik wird von substanziellen Lernumgebungen gesprochen, die folgende Eigenschaften zeigen sollen:

mathematische Substanz mit sichtbar werdenden Strukturen und Mustern (fachliche Rahmung); Orientierung an zentralen Inhalten; hohes kognitives Aktivierungspotenzial; Orientierung der Tätigkeiten an mathematischen Inhalten und Prozessen; Initiierung von Eigentätigkeiten aller Lernenden; Förderung individueller Denk- und Lernwege sowie eigener Darstellungsformen; Zugänglichkeit für alle: Ermöglichen mathematischer Tätigkeit auch auf elementarer Ebene durch die Möglichkeit, an Vorkenntnisse anknüpfen zu können; Herausforderungen für schnell Lernende mit anspruchsvolleren Aufgaben; Ermöglichen des sozialen Austauschs und des Kommunizierens über Mathematik (Hirt und Wälti 2008, S. 14).

Diese Charakterisierung von Lernumgebungen lassen sich auf die im Projekt „Sounding Ways into Mathematics“ gestalteten Aktivitäten übertragen. Sie bieten ein hohes kognitives Aktivierungspotential, das durch die Einbindung körperlicher Erfahrungen intensiviert wird. Die Eigentätigkeit der Lernenden steht im Vordergrund. Durch das gemeinsame Tun und Erleben werden Erkenntnisräume für die Lernenden geschaffen, die den eigenen Lernfortschritt in die Verschränkung von Mathematik und Musik einbinden. In solchen Räumen, die offen für die Ideen der Schülerinnen und Schüler sind, können neue Lernumwelten geschaffen werden. Wie Cslovjecssek und Linneweber (2011) zeigen, werden die Lernenden dadurch wichtige Partner im Lehr-Lern-Prozess.

2.3 Die Rolle von Material und Raum

Dem Material werden unterschiedliche Funktionen im mathematischen Lernprozess zugewiesen. So wird Material häufig als „Denkwerkzeug“ genutzt, um Denkprozesse zu initiieren und explizit zu machen (vgl. Hülswitt, 2003, p. 24). Material visualisiert mathematisches Denken und unterstützt den Lernprozess. Die Struktur der mathematischen Objekte, z.B. der Zahlen, wird materialisiert. Durch Handlungen am mathematischen Material können mentale Vorstellungsbilder entwickelt werden (Lorenz 1993). Neben dem Konzept der mentalen Bilder kann auch die Interaktion zwischen Lernenden und Material in den Fokus gerückt werden (Fetzer 2015). Musikalisches Lernen wird von Musik und Musikinstrumenten wie auch von visuellen Elementen und Rhythmus begleitet. Auf diese Weise wird das musikalische Material zu einem Teil der Musikproduktion.

Im Sinne von Vygotsky hat das Material Mittlerfunktion:

Mentale Funktionen bestehen eine gewisse Zeit in verteilter oder geteilter Form, wenn Lernende und ihre Begleiter neue Kulturwerkzeuge im Kontext des Lösen von Aufgaben nutzen. Nach dem Erwerb (in der Terminologie von Vygotsky „Aneignung“) einer Vielzahl von Kulturwerkzeugen werden Kinder kompetenter in der selbstständigen Nutzung mentaler Funktionen (Bodrova, E. & Leong, D.J. 2001, S. 9).

Das Material und vor allem die angeleiteten Handlungen am Material repräsentieren Vorgehensweisen, Sprech- und Denkhandlungen der jeweiligen fachlichen Kultur. Damit kann das Material einen ersten Zugang zur fachlichen Welt eröffnen. Gleichzeitig bietet es auch die Möglichkeit, die Welt der Lernenden mit einzubeziehen (Vogel 2014). Materialien übernehmen im mathematischen und im musikalischen Lernen eine Vermittlerfunktion. Frühe Bildung nutzt zu Beginn oft Kinderspielzeug. Diesem Spielmaterial werden Funktionen im musikalischen und mathematischen Lernprozess zugeordnet. Eine Anzahl von Objekten dient der Repräsentation von Zahlen, die Anordnung der Tische wird als funktionale Beziehung aufgefasst und die Pfanne oder die Tasse werden zu Klanginstrumenten.

Das Einbeziehen des Raumes in die Gestaltung einer Lernumgebung ermöglicht durch die dritte Dimension den Einbezug des Körpers. Die Person erlebt sich in der Interaktion mit dem sie umgebenden Raum. Bewegungsabläufe und Bewegungen des Körpers können mathematisch

interpretiert werden (Vogel 2008). Bewegungen des Körpers, wie Klatschen, können dabei Elemente musikalischer Produktion sein.

2.4 Aufbau und Struktur der Beispiele

Dieses Arbeitsbuch für Lehrerinnen und Lehrer enthält ein Unterrichtsbeispiel, welches einen ersten Eindruck in die Möglichkeiten gibt, Musik und Mathematik im Unterricht zu verbinden. Die Struktur der Darstellung folgt einem Didaktischen Design Pattern. Design Patterns wurden erstmals von Alexander et al. (1977) entwickelt und dann für den Bereich des Lernens und Lehrens adaptiert (Vogel 2014). Design Patterns beschreiben wiederkehrende Probleme und bieten verallgemeinerte Lösungen für diese an (Vogel und Wippermann 2011). Dies wird durch eine formalisierte Struktur ermöglicht, in der (didaktische) Situationen (Pattern) offen und doch standardisiert dargestellt werden. Beispiele gehen in der Regel durch mehrere Überarbeitungsschleifen, bevor sie ihre endgültige (und doch vorläufige) Form erhalten.

Das nachfolgende Beispiel in Kapitel drei (und weitere Beispiele im Handbuch für Lehrerinnen und Lehrer) ist nach folgendem Muster aufbereitet, wobei der dritte Teil, *Umsetzung*, die Durchführung der Aktivität selbst beschreibt.

Überblick	Vorbereitung	Umsetzung	Variationen
<ul style="list-style-type: none"> • Titel • Thema • Schlagworte • Kurzbeschreibung • Zuordnung zur Sammlung curricularer Inhalte 	<ul style="list-style-type: none"> • Voraussetzungen in Mathe • Voraussetzungen in Musik • Verbindungen zwischen Mathe und Musik 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele • Zielgruppe • Zeitvorgabe • Durchführungsvorschlag • Material, Bilder, Musik 	<ul style="list-style-type: none"> • Variationen • weitere Anregungen für die Musik • weitere Anregungen für Mathe

Abbildung 1: Durchgehende Struktur aller Beispiele in Kapitel 5

Teil I: Überblick

Der erste Teil gibt einen Überblick über die jeweiligen Aktivitäten, so dass geeignete Beispiele für den eigenen Unterricht schnell gefunden werden können. Schlagworte und Kurzbeschreibung geben einen schnellen Einblick in den Ablauf sowie die Ziele. Da die meisten Beispiele auf niederschweligen, einfachen Ideen aufbauen, können erfahrene Lehrpersonen bereits mit diesem Überblick und einem kurzen Blick in Teil 3 Aktivitäten durchführen. Wir schlagen trotzdem vor, auf jeden Fall einen Blick in die Variationen zu werfen, da gerade die weiteren Anregungen der wichtigste Teil für eine gewinnbringende, zukünftige Entwicklung der Aktivitäten darstellt.

Mit diesem Arbeitsbuch verbunden ist eine Zusammenstellung der „Zentralen Fähigkeiten und Kompetenzen“ für Mathematik und Musik. Jede Aktivität hat einen Bezug zu dieser Sammlung, welche aus offiziellen Lehrplänen aller Partnerländer zusammengestellt wurde (maths.em-portfolio.eu).

Teil II: Vorbereitung

Dieser Abschnitt zur Vorbereitung der Beispiele soll sicherstellen, dass alle Schülerinnen und Schüler die für die Durchführung erforderlichen Kompetenzen und Fähigkeiten mitbringen. Einige mögen wichtiger sein als andere, jedoch sollen die Aktivitäten Spaß bereiten und den Schülerinnen und Schülern deshalb leicht von der Hand gehen, ohne dass sich während der Durchführung größere Schwierigkeiten auftun. Bitte lesen Sie diesen Abschnitt im Sinne eines reibungslosen Ablaufes sorgfältig durch.

Teil III: Umsetzung

Der dritte Abschnitt beschreibt, wie die Aktivität in der Schule umgesetzt werden *könnte*. Der genannte Umsetzungsvorschlag dient dabei als Leitfaden für den Start, im Sinne eines Spickzettels.³ Es ist nicht mehr als eine kurze Einführung und kann einen gründlichen Unterrichtsentwurf nicht ersetzen. Zusätzlich geben Ziele, die Zielgruppe sowie der ungefähre Zeithorizont weitere, detaillierte Informationen, die für eine gründliche Vorbereitung genutzt werden können.

Teil IV: Variationen

Die Variationen zeigen nicht nur unterschiedliche Herangehensweisen an die beschriebene Aktivität, sondern wollen für die Welt des fächerverbindenden Unterrichts im gegebenen Thema sensibilisieren. Die Aktivitäten in diesem Lehrerhandbuch sind bewusst kurz und einfach gehalten. Jede Aktivität kann somit als Türöffner in ein ganzes Universum von Ideen betrachtet werden.



Abbildung 2: Aufbau der Beispiele mit den zugeordneten Symbolen

Das Beispiel in Kapitel 3 wird mit der Vorlage aus Abbildung 3 dargestellt. Diese Vorlage nutzt kleine Icons für eine schnelle Orientierung: Teil I, der Überblick, zeigt ein *Auge*. Teil II, die Darstellung der nötigen Vorarbeiten, nutzt das Bild eines *Notizbuches*. Dieser Teil gibt auch Hinweise auf Hintergrundinformationen in Bezug auf die Verbindung von Mathematik und Musik,

³ Liebetrau (2004, S. 9).

und ist damit auch der komplexeste Teil der Darstellung. Das Bild für Teil III zeigt ein *Puzzleteil*. Dies bedeutet, dass diese Aktivität – mit ihren Zielen und Charakteristika – ein bedeutsamer Beitrag zur gesamten Idee unseres Lernansatzes ist: klingende Wege in die Mathematik, mathematische Wege zu Klängen. Zuletzt zeigt das Bild für Teil IV zwei *Pfeile*, die in unterschiedliche Richtungen zeigen. In diesem Abschnitt werden Variationen der Aktivität vorgestellt, so dass Lehrpersonen mehr als eine Möglichkeit vorgestellt bekommen, die Aktivität auszuführen und hoffentlich angeregt werden, selbst eigene Wege zu entdecken.

Aktivitäten Vorlage - Titel	
Thema	
Schlagworte	
Kurzbeschreibung	
Zuordnung zur Sammlung der curricularen Inhalte von Mathe und Musik	
<hr/>	
Vorbereitung	
Voraussetzungen in Mathe	
Voraussetzungen in Musik	
Verbindung zwischen Mathe und Musik (inkl. besonderer Gewinn fürs Lernen)	
<hr/>	
Umsetzung der Aktivität	
Ziele	
Zielgruppe (Alter, Gruppenstärke, besondere Hinweise, usw.)	
Zeitvorgabe	
Aktivität – Durchführungsvorschlag	
Material, Bilder, Musik – Material/Raumarrangement	
<hr/>	
Variationen	
Variationen	
Anregungen für mögliche Erweiterungen – Musik	
Anregungen für mögliche Erweiterungen - Mathe	
<hr/>	
Literatur	

Abbildung 3: Vorlage für Aktivitäten

3 Beispiel einer Aktivität

3.1 Blinke, Blinke kleiner Stern

Thema

Mit Hilfe des Singens Symmetrie, Muster, Takt, Tempo und Spiegelungen erforschen.



Schlagworte

Rhythmus, Spiegelung, Motiv, Transformation, Symmetrie

Kurzbeschreibung

Kinder entdecken, was passiert, wenn eine Melodie transformiert wird. Es wird in dieser Aktivität deutlich, dass es verschiedene Muster gibt, je nachdem ob man sich auf den Rhythmus oder die Noten konzentriert. Dies zeigt den Lernenden, dass es unterschiedliche Lösungswege geben kann, wenn man sich auf unterschiedliche Aspekte eines Problems konzentriert.

Zuordnung zur Sammlung der curricularen Inhalte von Mathe und Musik

Puls und Schlag; aktives Musizieren; Komponieren und mit der Stimme improvisieren; Musik wertschätzen; akustische Wahrnehmung durch Hören und Aufhören

Vorbereitung

Voraussetzungen in Mathe

Muster und Folgen, ebenso etwas Erfahrung mit Spiegelungen

Voraussetzungen in Musik

Körperliche Koordination (Klatschen, Stampfen), Puls, Nutzen der Stimme zum Singen, Zuhören

Verbindung zwischen Mathe und Musik (inkl. besonderer Gewinn fürs Lernen)

Muster, Folgen und Transformationen



Umsetzung der Aktivität



Ziele

Kinder lernen Symmetrien, Muster und Motive in der Musik und Mathematik kennen.

Zielgruppe (Alter, Gruppenstärke, besondere Hinweise, usw.)

Alter: 8+ Jahre. Ganze Klasse und Partner-/Gruppenarbeit

Zeitvorgabe

20+ min

Aktivität – Durchführungsvorschlag

- Zunächst wird das Lied einige Male mit der ganzen Klasse gesungen, so dass die Kinder das Lied sicher und gut kennen. Es kann helfen, den Text an der Tafel oder auf einem Blatt für die Kinder bereit zu haben. Die Kinder werden gefragt, ob sie Muster oder Symmetrien in dem Lied erkennen (rhythmische, melodische Muster, Form A-B-A).
- Die Kinder malen die Melodie als Linien, so dass die Aufs und Abs deutlich werden.
- Die Lehrperson klatscht den Rhythmus mit den Kindern und fragt die Kinder, welche Muster sie erkennen.
Sind es die Gleichen wie zuvor oder andere?
- Als nächstes arbeiten die Kinder in Paaren oder kleinen Gruppen. Die Kinder müssen sich ein Motiv auswählen, indem sie entweder die Melodie oder den Rhythmus auswählen. Die Lehrperson bittet die Kinder, eine eigene Notation für das Motiv zu erfinden. Die Kinder sollen nun entdecken, was passiert, wenn sie dieses Motiv spiegeln und diese Spiegelung der Melodie oder des Rhythmus in der selbstgewählten Notation dokumentieren. Sie können Spiegel benutzen, um zu kontrollieren, ob die von ihnen gemalte Spiegelung korrekt ist. Wenn das geschehen ist, sollen die Kinder versuchen, ihr Motiv mit der Spiegelung zu singen oder zu klatschen. Es kann einfacher sein, wenn die Kinder das Lied ohne den Text singen.

Material, Bilder, Musik – Material/Raumarrangement

Material: Spiegel, Noten des Liedes.

Weitere Überlegungen: Diese Aktivität sollte in einem Raum durchgeführt werden, in dem die Kinder genug Platz haben, um einen Kreis zu bilden. Wenn es eine Tafel gibt, benötigen die Kinder auch keine Kopie des Liedes.

Blinke, blinke kleiner Stern



Blin- ke, blin- ke, klei- ner Stern dro- ben hoch am Him- mel.
Schaust her- ab aus wei- ter Fern' auf das Welt- ge- tüm- mel
Leuch- test ü- ber's gan- ze Land Fun- kelst wie ein Di- a- mant.

Variationen

Variationen

Es gibt viele andere Lieder, die als Ausgangspunkt genommen werden können, aber es ist wichtig, dass die Kinder die Lieder gut kennen und dass sie eine einfache Struktur haben.



Anregungen für mögliche Erweiterungen – Musik

Weitere Varianten des Liedes:

- A,B,C-Lied;
- *Morgen kommt der Weihnachtsmann*;
- *A vous dirais je maman* (Original Version)
- Mozart Variationen über diese Melodie;
- Louis Armstrong: *What a Wonderful World* (von der Melodie beeinflusst);
- Wählt ein Thema und schreibt eine eigene Version des Liedes. Zum Beispiel:
In der Schule ist es schön
Weil wir tolle Sachen sehn
Meine Freunde sind auch da
Lernen mit mir jeden Tag
In der Schule ist es schön,
weil wir tolle Sachen sehn
- Verschiedene Variationen können mit Instrumenten entdeckt werden.

Anregungen für mögliche Erweiterungen – Mathe

- Weitere Möglichkeiten für Transformationen suchen (Rotationen und Verschiebungen). Kann man die gleichen Methoden für Rhythmus, Noten und Text verwenden?
- Die Idee, Motive für Variationen zu nutzen, kann mit Hilfe von Mustern für Tapeten oder Packpapier weiterentwickelt werden. Traditionellere Designs, wie z.B. in der islamischen Kunst, können verwendet werden.
→ Bandornamente
- Diese Aktivität kann auch in die Arbeit mit Kombinationen und Permutationen münden, dies könnte dann die Arbeit mit Brüchen und den Themenbereich der Kombinatorik unterstützen.
- Die Ideen können so weiterentwickelt werden, dass sie die Arbeit mit Sequenzen einschließen.

4 Zusammenfassung

Mit diesem Arbeitsbuch und dem dazugehörigen Handbuch für Lehrerinnen und Lehrer möchten wir die Bedeutung von Mathematik und Musik im Alltag herausstellen und die Gleichwertigkeit beider Fächer in Lernumgebungen betonen. Musik und Mathematik sind Partner in einem interdisziplinären Lehr- und Lernansatz. Wir glauben, dass Lehrpersonen mit der Hilfe der, in diesen Publikationen und auf der Projekt Webseite zusammengefassten, Aktivitäten mit Schülerinnen und Schülern arbeiten und neue Ideen entwickeln können, nicht nur in der Mathematik und Musik, sondern auch in der möglichen Kombination beider Fächer, wie es schon im Sprachen-Projekt vorgestellt wurde.

Die wichtigste Schlussfolgerung einer didaktischen Verbindung von mathematischem und musikalischem Lernen ist, dass immer neue Ideen entstehen, wenn man auf die gemeinsamen Aspekte der beiden Zeichensysteme und menschlicher Intelligenz fokussiert (in Anlehnung an Gardner 1983). Zusammengefasst gibt es klingende Wege in die Musik ebenso wie mathematische Wege in die Musik.

Zuletzt wollen wir alle Interessierten ermutigen, Teil unseres Projekts zu werden, an einer Fortbildung teilzunehmen, auf unserer Online Plattform (<http://maths.emportfolio.eu>) mit Gleichgesinnten zusammen zu arbeiten und eigene Ideen für Aktivitäten zu teilen.

5 Literaturverzeichnis

- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I. & Angel S. (1977). *A Pattern Language. Towns, Buildings, Construction*. New York: Oxford University Press.
- Barzel, B., Büchter, A. & Leuders, T. (2007). *Mathematik Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- Bodrova, E. & Leong, D.J. (2001). Tools of the Mind: A Case Study of Implementing the Vygotskian Approach in American Early Childhood and Primary Classrooms. Genf: International Bureau of Education. <http://www.ibe.unesco.org/publications/inno07.pdf>. Zugegriffen 15.03.2011.
- Brandt, B. & Höck, G. (2011). Ko-Konstruktion in mathematischen Problemlöseprozessen partizipationstheoretische Überlegungen. In B. Brandt, R. Vogel & G. Krummheuer (Hrsg.), *Die Projekte erStMaL und MaKreKi. Mathematikdidaktische Forschung am „Center for Individual Development and Adaptive Education“ (IDeA)* (S. 245–284). Münster: Waxmann.
- Cslovjecssek, M. & Linneweber-Lammerskitten, H. (2011). Snappings, clappings and the representation of numbers. *The New Jersey Mathematics Teacher* 69 (1).
- Fetzer, M. (2015). Mit Objekten rechnen. Empirische Unterrichtsforschung auf den Spuren von Materialien im Mathematikunterricht. In T. Alkemeyer, H. Kalthoff u. M. Rieger-Ladich. (Hrsg.), *Bildungspraxis. Körper - Räume - Artefakte* (S. 309-337). Weilerswist.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York, NY: Basic Books.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik* 41 (6), 867–888.
- Girmes, R. (2003). Die Welt als Aufgabe?! Wie Aufgaben Schüler erreichen. In H. Ball (Hrsg.), *Aufgaben. Lernen fördern - Selbstständigkeit entwickeln* (Friedrich-Jahresheft, Bd. 21, S. 6–11). Seelze: Friedrich.
- Greeno, J. G. (1989). A perspective on thinking. *American Psychologist* 44 (2), 134–141.
- Gruhn, W. (2005). *Der Musikverstand. Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens* (Olms Forum, Bd. 2, 2., neu überarb. Aufl.). Hildesheim: Olms, G.
- Gullberg, J. (1997). *Mathematics. From the birth of numbers* (1st ed.). New York: W.W. Norton.
- Hilton, C., Saunders, J., Henley, J. & Henriksson, L. (2015). *European Music Portfolio (EMP) – Maths : Sounding Ways Into Mathematics. A Review of Literature*.
- Hirt, U. & Wälti, B. (2008). *Lernumgebungen im Mathematikunterricht. Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte* (1. Aufl.). Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Krummheuer, G. (2007). Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht der Grundschule. In K. Rabenstein (Hrsg.), *Kooperatives und selbstständiges Arbeiten von Schülern. Zur Qualitätsentwicklung von Unterricht* (1. Aufl., S. 61–86). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Liebetrau, P. (2004). *Planung von gutem Unterricht. Ringvorlesung "Unterricht, der Schülerinnen und Schüler herausfordert"*. <http://www.uni-kassel.de/%C2%A0refsps/Ringvorlesung/vorlesung%20Liebetrau.pdf>.
- Lorenz, J.-H. (1993). Veranschaulichungsmittel im arithmetischen Anfangsunterricht. In J.-H. Lorenz (Hrsg.), *Mathematik und Anschauung* (S. 122-146). Köln: Aulis Verlag.
- Mall, P., Spychiger, M., Vogel, R. & Zerlik, J. (2016). *European Music Portfolio (EMP) – Maths 'Sounding Ways into Mathematics'*.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (S. 601–646). Weinheim.
- Saunders, J., Hilton, C. & Welch, G. F. (Hrsg.). (2015). *European Music Portfolio (EMP) – Maths: Sounding Ways Into Mathematics. State of the Art Papers*.
- Scherer, P. & Moser Opitz, E. (2010). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Spychiger, M. (2015). Lernpsychologische Perspektiven für eine grundschulspezifische Musikdidaktik. In M. Fuchs (Hrsg.), *Musikdidaktik Grundschule. Theoretische Grundlagen und Praxisvorschläge* (1. Aufl., S. 50–71). Esslingen: Helbling.
- Vogel, R. (2008). Mathematik im Kindergartenalltag entdecken und erfinden – Konkretisierung eines Konzepts zur mathematischen Denkentwicklung am Beispiel von Bewegung und Raum. In B. Daiber & W. Weiland (Hrsg.), *Impulse der Elementar-didaktik. Eine gemeinsame Ausbildung für Kindergarten und Grundschule* (S. 89–100). Hohengehren: Schneider Verlag.
- Vogel, R. (2014). Mathematical Situations of Play and Exploration as an Empirical Research Instrument. In U. Kortenkamp, B. Brandt, C. Benz, G. Krummheuer, S. Ladel & R. Vogel (Hrsg.), *Early Mathematics Learning* (S. 223–226). Springer New York.
- Vogel, R. & Wippermann, S. (2011). Dokumentation didaktischen Wissens in der Hochschule. Didaktische Design Patterns als eine Form des Best-Practice-Sharing im Bereich von IKT in der Hochschullehre. In K. Fuchs-Kittowski, W. Umstätter & R. Wagner-Döbler (Hrsg.), *Wissensmanagement in der Wissenschaft* (Wissenschaftsforschung Jahrbuch, Bd. 2004, 2. Auflage, S. 27–41). Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung e.V. c/o Inst. f. Bibliotheks- und Informationswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin. http://www.wissenschaftsforschung.de/JB04_27-41.pdf. Zugegriffen 17.06.2015.
- Wilson, B. G. (1996). *Constructivist learning environments. Case studies in instructional design*. Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technology Publications.

