

Orgel und Mathematik – eine spannende Verbindung

Brigitte Lutz-Westphal

Die Musikräte mehrerer Bundesländer in Deutschland haben die Orgel zum Instrument des Jahres 2021 gekürt. Ziel der Aktion ist, die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf die konkreten Instrumente vor Ort zu lenken und sie in das Zentrum lokaler und regionaler Veranstaltungen zu stellen. Um die Jüngsten einbeziehen zu können, sollen sich möglichst auch die Schulen beteiligen. Mit diesem Ziel sprach der Landesmusikrat Berlin die DMV an und regte die Erstellung von Unterrichtsmaterial zum Thema Orgel und Mathematik für die Schulen an. Die von der Autorin zusammen mit ihrem Team erstellten Materialien für Unterrichtseinheiten richten sich Lehrkräfte verschiedener Schulstufen und laden zum forschenden Lernen ein. Der folgende Auszug möchte einen kurzen Eindruck vermitteln.

Die Orgel ist ein Instrument von gigantischen Ausmaßen. Sie besteht aus einzelnen Teilen, die im Raum verteilt aufgebaut sind. Man denkt sofort an überwältigende, berührende und irritierende Klangerlebnisse, an dominante Lautstärke und den Aufenthalt in großen Sälen, Hallen oder Kirchen. Die Orgel verschafft besondere Erlebnisse und ruft Staunen und Neugier hervor. Einzelne Teile sind oft besonders, auch optisch ansprechend, in den Raum eingefügt.

Mit dem besonderen Blick der Mathematik kann man sich dabei viele unterschiedliche Fragen stellen, die etwas mit dem Instrument zu tun haben und einzelne Aspekte erfahrbar machen und zum Teil erklären. Das Instrument wird über die Beschreibung durch Zahlen und Formen greifbarer: Wie viele Tasten, wie viele Register und wie viele Klänge? Wie viel Luft wird zur Erzeugung dieser großen Klangerlebnisse benötigt? Wie stehen die Längen der Orgelpfeifen im Verhältnis zu den Tonhöhen? Weite-

re mathematische Erkundungen sind möglich, um sich diesen großen mechanischen Organismus zu eigen zu machen:

Auch Symmetrien spielen eine Rolle und lassen sich sowohl im Klassenzimmer als auch direkt an der Orgel erkunden und hörbar machen.

Differenzierbare Kurven prägen das äußere Bild. Exponentialfunktionen findet man bei der Erkundung der Längenverhältnisse der Pfeifen.

Wir regen mit unseren Unterrichtsideen forschendes Lernen zu mathematischen Themen aller Klassenstufen an. Das Klangerlebnis und die Faszination dieses großen Instruments verbinden sich dabei mit mathematischen Erkundungen.

Ein Ablauf könnte zum Beispiel wie folgt geplant werden: In etwa einer Doppelstunde wird ein Besuch bei einer Orgel vorbereitet. Hörend, sehend und fragend entsteht ein erster Kontakt zu diesem für viele Schüler*innen



Foto: Reinhold Müller/CC BY-SA 4.0

Orgel in der katholischen Stadtpfarrkirche Mariä Himmelfahrt in Lichtenfels

bislang unbekanntes Instrument. Daran anknüpfend entwickeln und bearbeiten die Schüler*innen mathematische (Forscher-)Fragen. Die dabei gefundenen Phänomene können dann vor Ort direkt am Instrument sinnlich erkundet werden. Im Gespräch mit der Organistin oder dem Organisten entdecken die Schüler*innen weitere mathematische Zusammenhänge und Fragestellungen.

Idealerweise schließt sich nach dem Orgelbesuch noch eine unterrichtliche Nachbereitung an, um die mathematische Beantwortung der selbstgestellten Fragen weiterzuführen, die mathematischen Erkenntnisse deutlich zu machen und durch weitere Hörbeispiele die Verbindung zum Klangerlebnis nochmals herzustellen. „Von der Orgel zur Mathematik und wieder zurück“ ist dabei das Motto.

Das funktioniert zur Not auch im digitalen Unterricht, da es eine Vielfalt an gut zugänglichen und inhaltlich sowie klanglich-musikalisch ansprechenden Videos gibt.

Forschendes Lernen

Die im Material zusammengetragenen Ideen für den Mathematikunterricht folgen dem Prinzip des forschenden Lernens. Sie betonen also das selbstständige Erkunden, Fragenstellen und die bewusste Förderung einer Vielfalt von Herangehensweisen, Lösungswegen und Resultaten. Daher sind sie nicht jeweils einzelnen Klassenstufen zu-

geordnet. Auch gibt es keine klassischen Musterlösungen, aber natürlich viele Hinweise zum Lösen der jeweiligen mathematischen Probleme.

Fast jeder der vorgestellten Unterrichtsimpulse kann auf jedem Niveau bearbeitet werden. Durch das Format von Problemlöseaufgaben ergibt sich ein selbstdifferenzierendes Arbeiten.

Diese inhaltlichen Impulse sind als modulare Sammlung und Inspiration für einen forschenden Mathematikunterricht gedacht. Sie bauen (bis auf das erste Beispiel, das wir im Text hier auch beispielhaft aufgenommen haben und das in keinem Unterricht fehlen sollte) nicht aufeinander auf. Die Wahl der im Unterricht bearbeiteten Themen wird durch die von den Schüler*innen gestellten und von der Lerngruppe zur Bearbeitung ausgewählten Fragen gesteuert.

Wählen Sie beherzt das aus den Ideen aus, was Ihnen und Ihren Schüler*innen am besten gefällt! Entsprechend ergibt sich daraus eine variabel steuerbare Dauer des Unterrichts und eine jeweils frei zu wählende Unterrichtsmethodik. Wir empfehlen überwiegend Kleingruppenarbeit und genügend Raum für einen Austausch zu den entwickelten Fragen, Ideen, Lösungsstrategien und Resultaten in geeigneten Plenums- oder Gruppenformaten.

Wir werden in Grund- und Oberschule erprobte Unterrichtsmaterialien und ausgewählte Erfahrungsberichte sammeln und auf den Projekt-Webseiten zur Verfügung stellen.

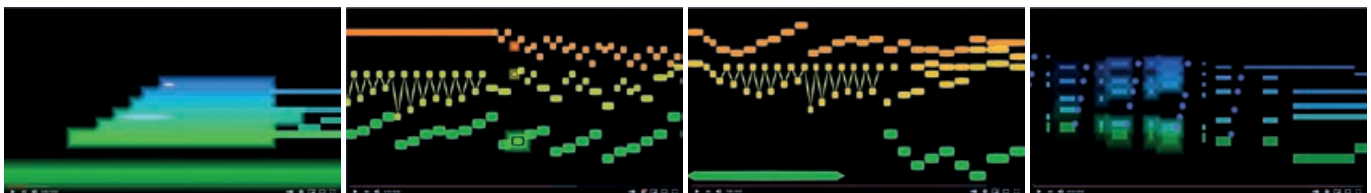
Beispielaufgabe: Was ist eine Orgel?

Viele Kinder und Jugendliche wissen nicht, was eine Orgel ist, wie sie aussieht oder wie sie klingt. Daher brauchen wir zunächst eine Annäherung an die Orgel, an ihren besonderen Klang und ihr Aussehen. Danach stellen die Schüler*innen ihre Forscherfragen, mit denen anschließend weitergearbeitet wird.

Zum Einstieg eignet sich ein Video, in dem man durch die grafische Unterstützung sehr schnell einen Zugang zum besonderen Klangerlebnis von Orgelmusik bekommt (Abb. unten). Zudem wird das Instrument noch gar nicht sichtbar, so dass es erst einmal nur um das Klangerlebnis geht.

Was habt ihr gehört oder gesehen? Um welches Instrument kann es sich handeln? Vielfältige Eindrücke werden hier zum Tragen kommen und auch Kinder und Jugendliche, die noch nie eine Orgel gesehen oder gehört haben, können hier gleichermaßen beitragen. Es klingt wie Trompete oder Flöte, es erinnert an Filmmusik. Das grafische Farbenspiel legt die Betrachtung von Klängen „unten“ und „oben“ nahe.

Es gibt zahlreiche weitere Videos mit Orgelmusik, auf denen man auch das Instrument und die Spielerin/den Spieler sieht, die sich ebenfalls zum Einhören und Ankommen im Thema eignen. Wichtig ist, dass es für die



Johann Sebastian Bach, Toccata und Fuge d-moll, BWV 565, mit animierter grafischer Visualisierung: youtu.be/bOWi8tOf5FA

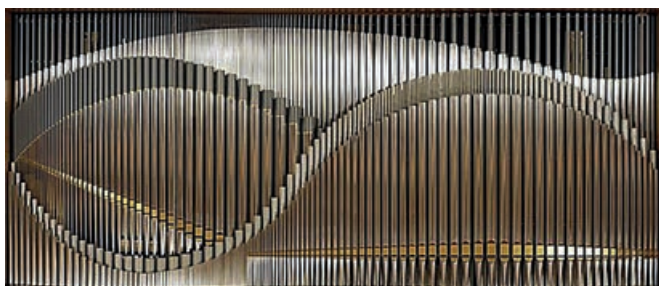


Bild: Fotoarchiv Orgelbau Klais

Orgelprospekt der Overture Hall in Madison, Wisconsin, USA

Lerngruppe ein authentisches Klangerlebnis gibt. Die Fragen werden entsprechend angepasst: *Welche Klangfarben habt ihr gehört? Was ist euch aufgefallen?*

Für den Schritt 2, der nun einen schnellen Zugang zur Bau- und Funktionsweise geben soll, kann mit einem Video der Augsburger Puppenkiste zum Orgelbau aus der Mediathek des BR gearbeitet werden (www.br.de/mediathek/video/ralphi-orgel-av:5a3c6c4f185c080018d1e0cd, ab Minute 2:56, geeignet auch für Jugendliche).

Auftrag zum Film: *Sucht nach möglichen mathematischen Fragen zur Orgel!* Ein Video, das vor allem Jugendliche anspricht und ebenfalls einen Schnelleinstieg zum Thema bietet, findet sich unter www.orgelstadt-hamburg.de/orgel-allgemein/orgel-fuer-einsteiger/. Es zeigt allerdings weniger Details zum Instrument. Und ein sehr schöner Klassiker aus der Reihe „Sachgeschichten mit der Maus“ ist ebenfalls gut zur Einführung vor allem für jüngere Kinder geeignet: kinder.wdr.de/tv/die-sendung-mit-der-maus/av/video-sachgeschichte-orgel-100.html (Länge 8:20 min).

Mit der Fragensammlung ist der Grundstein für die mathematische Erkundung der Orgel gelegt.

Die Fragen der Schüler*innen werden gesammelt (Tafel, Etherpad, Padlet o. ä.) und gemeinsam auf zwei verschiedene Weisen sortiert:

- (A) · mathematische Frage
 - nicht mathematische Frage
- (B) · einfache Fragen (ohne viel rechnen zu müssen)
 - herausfordernde Fragen (hierunter Forscher-Fragen)
 - (noch) nicht beantwortbare Fragen
 - Klick-Fragen (Antworten stehen irgendwo, einen „Klick“ entfernt)

Schon diese Klassifikation von Fragen kann für eine Lerngruppe ohne Erfahrung ein Ziel der Doppelstunde sein. Was eine mathematische Frage ist, kann zum Beispiel zu wichtigen Diskussionen führen. An der Schnittstelle zwischen „mathematischen Fragen“ und „einfachen Fragen oder herausfordernden Fragen“ befinden sich die Fragen, die die Schüler*innen im nächsten Schritt versuchen werden zu beantworten.

Geeignete Fragen, je nach konkreter Situation durch die Lehrkraft oder die Lerngruppe ausgewählt, werden nun von den Schüler*innen bearbeitet. Zunächst möglichst frei und mit Zugang zu weiteren Informationsmöglichkeiten, z. B. durch Kinderbücher in den jüngeren Jahrgängen (siehe Liste auf den Webseiten des Landesmusikrates, www.landesmusikrat-berlin.de/projekte/instrument-des-jahres-orgel/orgel-in-der-schule/) oder Internetrecherche (beispielsweise die-orgelseite.de/funktionsweise.htm).

Im bereitgestellten Material finden sich exemplarische Forscherfragen, die nach vier weiteren Themen geordnet sind. Sie wurden mit Unterrichtsideen, Informationen und Beispielen versehen, um sie der Bearbeitung im Unterricht zugänglich zu machen.

1. Der Orgelprospekt und die Orgelpfeifen – Form und Symmetrie
2. Tonhöhen und Pfeifenlängen – Zahlenverhältnisse erkunden und hören
3. Gewaltige Ausmaße – Volumina bestimmen und vergleichen
4. Weitere Größen: Zeit, Kosten, Material, Masse

Die Themenkapitel sind so angeordnet, dass sie an mathematischer Komplexität zunehmen.

Download der Unterrichtsmaterialien:

www.landesmusikrat-berlin.de/projekte/instrument-des-jahres-orgel/orgel-in-der-schule/



Das Team: Damian Klimke, Felix Theuner (Freie Universität Berlin)
 Hans-Kaspar Aebli, Susanne Barbey (Grundschule am Arkonaplatz, Berlin)
 Dr. Thomas d'Hénin (Oberschule Helgolander Straße, Bremen/Mathe.Forscher)
 Fachliche Beratung: Magnus Windelen (Windelen.Orgel, Bonn)

Prof. Dr. Brigitte Lutz-Westphal,
 Didaktik der Mathematik, Fachbereich Mathematik und Informatik,
 Freie Universität Berlin, Arnimallee 3, 14195 Berlin
brigitte.lutz-westphal@math.fu-berlin.de