

# Orgel und Mathematik

Erfahrungsbericht und Unterrichtsmaterialien

Klasse 1-6 Grundschule

Projektsteckbrief – S. 1

Unterrichtsmaterial 1.- 3. Klasse – S. 4

Erfahrungsbericht 5. Klasse – S. 19

Lernumgebungen 1.- 6. Klasse – S. 23

Autoren – S. 50

## Ergänzendes Material zu:

B. Lutz-Westphal, D. Klimke, F. Theuner, S. Barbey, H.K. Aebli, Th. d'Héin:

Orgel und Mathematik –  
forschendes Lernen für alle Klassenstufen

[https://www.landesmusikrat-berlin.de/fileadmin/projekte/Instrument\\_des\\_Jahres/Orgel\\_2021/Orgel\\_und\\_Mathematik\\_Unterrichtsmaterial\\_klasse\\_1\\_bis\\_13.pdf](https://www.landesmusikrat-berlin.de/fileadmin/projekte/Instrument_des_Jahres/Orgel_2021/Orgel_und_Mathematik_Unterrichtsmaterial_klasse_1_bis_13.pdf)

Erstellt von:

Hans-Kaspar Aebli, Susanne Barbey  
(Grundschule am (Grundschule am Arkonaplatz, Berlin)

unter Mitwirkung von Maximilian Schnaus und Dr. Detlev Zscherpel,  
Alexander Schuke Orgelbau



Unterrichtsideen  
Orgel und Mathematik  
–weitere Materialien–

Klassenstufen: 1-6

Fach: Mathematik

Themen und Inhalte:

Die Orgel in Zahlen und Größen

Symmetrien an der Orgel

Orgeltöne erforschen

Orgelregister kombinieren

12.02.2021



LANDESMUSIKRAT  
BERLIN  
musik für alle



Bayerischer  
Musikrat

# Orgel und Mathematik

**Niveau: (A-D/E)**, Grundschule, Niveau A-D, Klasse 1-6

**Zeitbedarf: 8-10 Stunden**

Einstieg: 1 Doppelstunde

Orgelbesuch ca. 3 Unterrichtsstunden

Beobachtungen mathematisieren: 2 Doppelstunden

Ergebnisse vorstellen: 1-2 Stunden

**RLP-Bezug Teil C - Standard:** (RLP-M, S. 22-31)

L1 Zahlen und Operationen: Anzahlen bestimmen, vergleichen, bündeln.

L2 Größen und Messen: Objekte bezüglich ihrer Länge direkt vergleichen und abmessen

L3 Raum und Form: Geometrische Formen und Ihre Eigenschaften nutzen, geometrische Formen herstellen

L4 Gleichungen und Funktionen: Musterfolgen nachbilden, Lücken schließen, Muster fortsetzen

L5 Daten und Zufall: Daten sammeln, strukturieren, darstellen, Zählstrategien anwenden

**RLP-Bezug Teil B:** (RLP-B, S. 15-21)

Musik, NaWi, Deutsch, Lernen an außerschulischen Lernorten, Standards „mit Medien umgehen“ (sich informieren, analysieren, präsentieren, reflektieren)

**Inhaltliche Kompetenzen:** L1 – L5, s.o.

**Prozessbezogene Kompetenzen:** (RLP-M S. 5-7)

K1: Argumentieren	K2: Problemlösen	K3: Modellieren	K4: Darstellen	K5: Mit Elementen der Mathematik umgehen	K6: Kommunizieren
Forscher-Fragen entwickeln, Vermutungen aufstellen und begründen, Lösungswege reflektieren	in unbekanntem Situationen problemlösende Ansätze entwickeln, Strategien anwenden, Ergebnisse überprüfen	reale Situationen „mathematisieren“, mathematisch bearbeiten, Lösungen interpretieren und überprüfen	geeignete mathematische Darstellungen auswählen/nutzen /entwickeln	mit symbolischen, formalen und technischen Hilfsmitteln der Mathematik umgehen	mathematische Fachbegriffe und Zeichen bei der Beschreibung und Dokumentation von Lösungswegen sachgerecht verwenden. Aufgaben gemeinsam bearbeiten.

**Material:**

- 1) Für die Hand des Lehrenden: Beobachtungsaufgaben zu den Filmen „Sachgeschichten der Maus/Orgel“ und „Ralphie entdeckt die Orgel“, „ Die Orgel für Kinder vorgestellt“ (kultur-md), Ergebnisse unserer Fragensammlung der Schüler\*innen zum Thema Orgel und zum Besuch der Orgel in der Sophienkirche
- 2) Vokabelliste zur Orgel zum Sachtext „Die Orgel – Königin der Instrumente“
- 3) Besuch der Orgel in der Sophienkirche/Hinweise zur Exkursionsvorbereitung/Erfahrungen
- 4) AB „Der Spieltisch – wie sind die Tasten und Pedale angeordnet? Wie viele Tasten und Pedale gibt es?“ und weiterführende Aufgaben AB „2er Gruppen zusammenzählen“, AB „3er Gruppen zusammenzählen“
- 5) AB „Wie viele Pfeifen hat der Prospekt der Orgel“
- 6) AB „Sachaufgaben zu einem alten Längenmaß – Fuß“
- 7) Höraufträge zu Orgelmusik-Hörbeispielen
- 8) Fünf Lernumgebungen für Niveau A-D mit Sachinformationen und konkreten Fragestellungen für S\*S  
Weiteres Material s. Erfahrungsberichte

**Aufgaben:** Wie erzeugt dieses Instrument Musik und was hat das mit Mathe zu tun?

L1/L2: Wie können wir uns der Orgel geschickt zählend, rechnend und messend annähern? > Tasten und Pedale zählen, zu einem Orgelsteckbrief mathematische Fragen entwickeln und beantworten

L3: Wie ihre äußere Form beschreiben? > Symmetrien an der Orgel erforschen und zeichnen

L4: Welche Muster und Strukturen entdecken? > Muster an Klaviatur und Pedalwerk beschreiben, Orgeltöne mit Pfeifen und einer Flaschenorgel mathematisch beschreiben

L5: Welche und wie viele Klangfarben hat eine Orgel? > Orgelregister kombinieren

**Anforderungsbereiche:** (s. RLP-M, S.5)

AFB 1: Reproduzieren	Einfaches Wissen über die Orgel wiedergeben und in eigene Worte fassen.
AFB2: Zusammenhänge herstellen	Zusammenhänge an der Orgel und ihrem Klang herstellen und verstehen.
AFB3: Verallgemeinern, reflektieren	Erkenntnisse über den Bau, die Musik und die Funktion der Orgel reflektieren und verallgemeinern.

**Inhaltlich-fachliche Analyse:** Worum geht es?

Mathematik können wir überall in der Welt finden, wie übrigens Orgeln auch! Bei dem vorliegenden Projekt erforschen wir ein besonderes Objekt – eine Orgel – mit mathematischen Möglichkeiten und machen einzelne Elemente ihrer Gestalt und Funktion mit mathematischen Mitteln begreif- und in der Sprache der Mathematik beschreibbar. Dabei entsteht ein bereicherndes Wechselverhältnis, in dem wir einerseits mehr von der Orgel verstehen und andererseits mehr von der Mathematik. Bindeglied zwischen den beiden Bereichen ist das genaue, aufmerksame Hinschauen und –hören.

Die Orgel ist ein beindruckend großes und schönes Musikinstrument. Indem wir z.B. Anzahlen der Pfeifen, Tasten oder Pedalen zählen, bündeln, addieren oder Musterfolgen der Prospektpfeifen nachzeichnen und fortsetzen oder Orgelpfeifen bezüglich ihrer Länge vergleichen oder Längenberechnungen zum 8 Fuß Register anstellen... sehen wir die Orgel durch die Brille der Mathematik und können unser Staunen konkretisieren und in der Sprache der Mathematik fassen: So viele Pfeifen/Tasten/Pedale gibt es, aber gebündelt konnten wir ihre Anzahlen geschickter berechnen. Wir zeichnen die eine Hälfte der Orgel und können unsere Zeichnung danach spiegeln. So viele Klangfarben kann die Orgel erzeugen, aber einige Klänge sind besonders schön und werden häufig verwendet. Eine besonders tiefer / hoher Orgelton ist kaum mehr hörbar - das liegt an der Länge seiner Pfeife.

Exemplarisch wollen wir Erkenntnisse über die Orgel in allen fünf Leitideen gewinnen und so vielfältige Herangehensweisen an dieses so vielfältige Instrument aufzeigen.

**Durchführung:** Wie kann ich vorgehen?

Wenn wir die enorme Faszination, die eine Orgel bei Schüler\*innen auslöst für unseren Mathematikunterricht fruchtbar machen wollen (und diese Wirkung in unserem mathematischen Tun wirken soll), dann ist es wichtig, den Schüler\*innen genügend Zeit und Raum für das Finden und Entwickeln von Fragen zu geben. Diese Fragen schränken wir thematisch nicht ein, denn andernfalls liefe unser Mathematikunterricht Gefahr, sich „über die Köpfe der Schüler\*innen hinweg“ zu entwickeln und die Faszination, die eine Orgel ausüben kann, zu ersticken. Trotzdem möchten wir die Schüler\*innen von Beginn unserer Arbeit an auf die Mathematik an/in der Orgel aufmerksam machen.

1. In einem ersten Schritt sammelten wir Informationen zur Orgel, ihrer Bau- und Funktionsweise und ihrer Musik anhand der oben dargestellten Materialien. Neben Filmen, die besonders den Bau und die Klangerzeugung thematisierten, hörten die S\*S Beispiele klassischer und moderner Orgelmusik. Dabei legten wir auch einen Sprachspeicher mit Begriffen, der sich schrittweise mit unserem Wissen erweiterte.
2. In einem nächsten Schritt legten wir unseren Schüler\*innen Bilder einer Orgel – der Sophienkirchenorgel in Berlin Mitte – vor mit dem Auftrag, anhand der Bilder Fragen zu entwickeln und aufzuschreiben. Zu diesen Schülerfragen traten weitere Fragen, die die Lehrkräfte vorgaben.
3. Anschließend fand eine Exkursion zu der nahegelegenen Sophienkirche statt, dessen Organist uns die Orgel baulich und musikalisch vorstellte und Fragen der S\*S beantwortete.
4. Zurück in der Schule werteten wir im Musik- und Mathematikunterricht die Ergebnisse und Erfahrungen der Exkursion zusammen mit dem vorher gewonnenen Wissen aus. Dabei wechselte unser Fokus stets zwischen musikalisch-ästhetischen und mathematisch-erkennendem Forschen. Dieses Wechselspiel empfanden alle Beteiligten als bereichernd und motivierend und führte zu einer Vertiefung des Themas.
5. Zum Schluss präsentierten die S\*S ihre Lernergebnisse, formulierten den Lernzuwachs und reflektierten das Projekt insgesamt.

**Sprachbildungsmaßnahmen:** (Sprachspeicher)

die Orgel, die Orgeln, f.  
die (Orgel-)Pfeife, -n, f.  
die Prospektpfeife, -n, f.  
der Prospekt, -e, m.  
gedackt (gedeckt, eine Pfeife mit Deckel)  
der Fuß, die Füße, m.,  
(altes Längenmaß)  
die Klangfarbe, -n, f.  
das Register, -, n.  
das Hauptwerk, -e, n.  
das Schwellwerk, -e, n.  
das Pedalwerk, -e, n.

die Klaviatur, -en, f.  
die Taste, -n, f.  
die Tastatur, -en, f.  
der Spieltisch, -e, m.  
das Manual, -e, n.  
(lat. *manus* - Hand)  
das Pedal, -e, n.  
(lat. *pedalis* - zum Fuß gehörend)  
die Mensur, die Messuren, f.  
die Spielhilfe, -n, f.  
die Koppel, -n, f.  
die Stimmung, -en, f.  
die Intonation, -en, f.

die Luft, die Lüfte, f.  
der Orgelwind, -e, m.  
die Windlade, -n, f.  
der Blasebalg, die Blasebälge, m.  
das Volumen, die Volumen, n.  
die Volumina  
der Traktor, -en, m.  
(lat. *trahere* – ziehen)  
die Windmaschine, -n, f.  
das Wellenbrett, -er, n.  
das Gewerk, die Gewerke, n.  
das Blattgold, n.  
das Ornament, -e, n.

**Quellen:**

**Orgelmusik:**

- „Toccata dorica" BWV 538 J.S. Bach  
(hier ist die Spielweise der Orgel mit  
Manual und Pedal gut erkennbar)
- „Volumina“, György Ligeti, 1962,  
Fassung 1 (mit sichtbarer  
Partitur/Clusternotationen)

**Medium**

<https://www.youtube.com/watch?v=Qk40cJLgRTY>

Label: Wergo, CD-Nr. WER 60161-50 und  
<https://www.youtube.com/watch?v=wbLcl9-Js0U>

**Sachtexte:**

- Die Orgel – Königin der Instrument  
(Einführung, Grundbegriffe,  
elementar)
- Orgel, Kinderlexikon (mittel)
- Orgeln: Funktionsweise, Aufbau und  
Technik (fortgeschritten)

[https://vs-material.wegeer.at/musik/info\\_die\\_orgel.pdf](https://vs-material.wegeer.at/musik/info_die_orgel.pdf)

<https://klexikon.zum.de/wiki/Orgel>

<http://die-orgelseite.de/funktionsweise.htm>

**Dokumentarfilme:**

- Sendung mit der Maus,  
Sachgeschichte: Orgel  
(Funktionsweise der Orgel,  
8:19 min)
- Die Orgel für Kinder vorgestellt,  
Kultur-md (6:10 min)
- Ralphie entdeckt die Orgel (14:30  
min, erst ab Minute 2:35h sinnvoll,  
da der Eingangsdialoq keinen  
Erkenntnisgewinn zur Orgel bringt),  
Augsburger Puppenkiste
- Piep der Pieper, Geschichte der  
Orgel von Guy Bovet (33:30 min)  
(längerer Film zur Vertiefung)

<https://kinder.wdr.de/tv/die-sendung-mit-der-maus/av/video-sachgeschichte-orgel-100.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=wJ5SmI8Qizs>

<https://www.br.de/mediathek/video/ralphi-orgel-av:5a3c6c4f185c080018d1e0cd#tab=share&jump=tab&type=link>

[https://youtu.be/\\_VWbbmss9Ok](https://youtu.be/_VWbbmss9Ok)

**Anhang:**

- ⇒ Arbeitsblätter, Abbildungen/Fotos und Hinweise, Anlagen 1-7
- ⇒ Fünf Lernumgebungen (LU) zu den Leitideen 1-5, Anlagen 8-13

**Vokabeln zur Orgel**

- ⇒ Erkläre jede Vokabel mit deinen eigenen Worten (mündlich im Plenum)
- ⇒ Schreibe zu jeder Vokabel einen sinnvollen Satz (Partnerarbeit).

Orgel

Orgelpfeife

Prospektpfeife

Tasten

Tastatur

Pedale

Spieltisch

Register

Luft

Wind

Blasebalg

Windlade

Manual (lat. *manus* = Hand),

Pedal (lat. *pedalis* = zum Fuß gehörend)

das alte Längenmaß „Fuß“ ...

Sind dir weitere Vokabeln zur Orgel aufgefallen, die wir erklären sollten? Notiere sie hier:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Hinweise zur Exkursionsvorbereitung/Erfahrungen

Wir haben das Orgelprojekt gemeinsam klassenübergreifend angelegt und es mit der 5. Klasse von Hans Kaspar Aebli und der 1. Klasse von mir auch teilweise gemeinsam umgesetzt. Die Exkursion zur Orgel in der Sophienkirche fand mit ca. 50 Schüler\*innen der beiden Klassen zusammen statt.

Hans-Kaspar Aebli und ich wollten mit unseren Schüler\*innen gern eine Orgel in Fußentfernung unserer Schule besuchen, um wegen Corona öffentliche Verkehrsmittel zu vermeiden, und damit die Schüler\*innen der 5. und der 1. Klasse, die wir in klassenübergreifenden 2er Gruppen eingeteilt hatten, je ein großes mit einem kleinen Kind, sich auf dem Fußweg bereits kennenlernen können. Unterstützt wurde die Exkursion von 4 interessierten Eltern, die uns begleitet haben, so dass die Schüler\*innen jederzeit einen erwachsenen Ansprechpartner in ihrer unmittelbaren Nähe hatten. Das war eine Entlastung für die Lehrkräfte auf dem Weg und bei der Unterstützung des guten Benehmens in der Kirche.

Für den Besuch der Orgel selbst ermöglicht die klassenübergreifende Zusammenarbeit, dass altersbedingt unterschiedliche Beobachtungen zusammenkommen und dass die Kleineren, die noch nicht sicher schreiben können, dennoch ihre Beobachtungen innerhalb der klassenübergreifenden Partnerarbeit einbringen und durch den 5. Klässler notieren lassen können. Die 5. Klässler haben sich durch ihre Verantwortung für die 1. Klässler besonders verantwortlich und zugewandt gezeigt. Es war schön, dass die Schüler\*innen sich in dem Projekt untereinander kennenlernen konnten. Sie begrüßen sich jetzt viel bewusster dem gemeinsamen Flur, an dem unsere Klassenräume liegen.

Der Organist der Sophienkirche, Maximilian Schnaus, den wir per Email kontaktiert und gefragt hatten, ob er uns für unser Projekt spontan empfangen würde, war sehr aufgeschlossen und gern bereit, uns die Orgel zu zeigen, den Schüler\*innen Fragen zu beantworten und uns allen vorzuspielen.

Dadurch, dass die Schüler\*innen in der Schule eigene Fragen zur Orgel gesammelt hatten, gab es in der Kirche eine lebendige Fragerunde.

Verbesserungsvorschläge für das nächste Mal:

- Der Organist spricht mit Mikrofon, da die Akustik in der Kirche so war, dass die Kinder nicht immer alles gut verstehen konnten, was gesagt wurde, und dann unruhig wurden
- Eventuell ist darüber nachzudenken, ob die Schüler\*innen in der Kirche in kleineren Gruppen an unterschiedlichen Orten beschäftigt werden können, wie in einer Stationsarbeit, so dass nacheinander alle Schüler\*innen ganz nah an den Spieltisch kommen können. In sehr kleinen Gruppen könnte die Orgel auch von innen besichtigt werden.

Zähle  
 2er Gruppen —  
 3er Gruppen —  
 5er Gruppen —  
 \* 7er Gruppen —  
 \* 12er Gruppen —

Der Spieltrisch

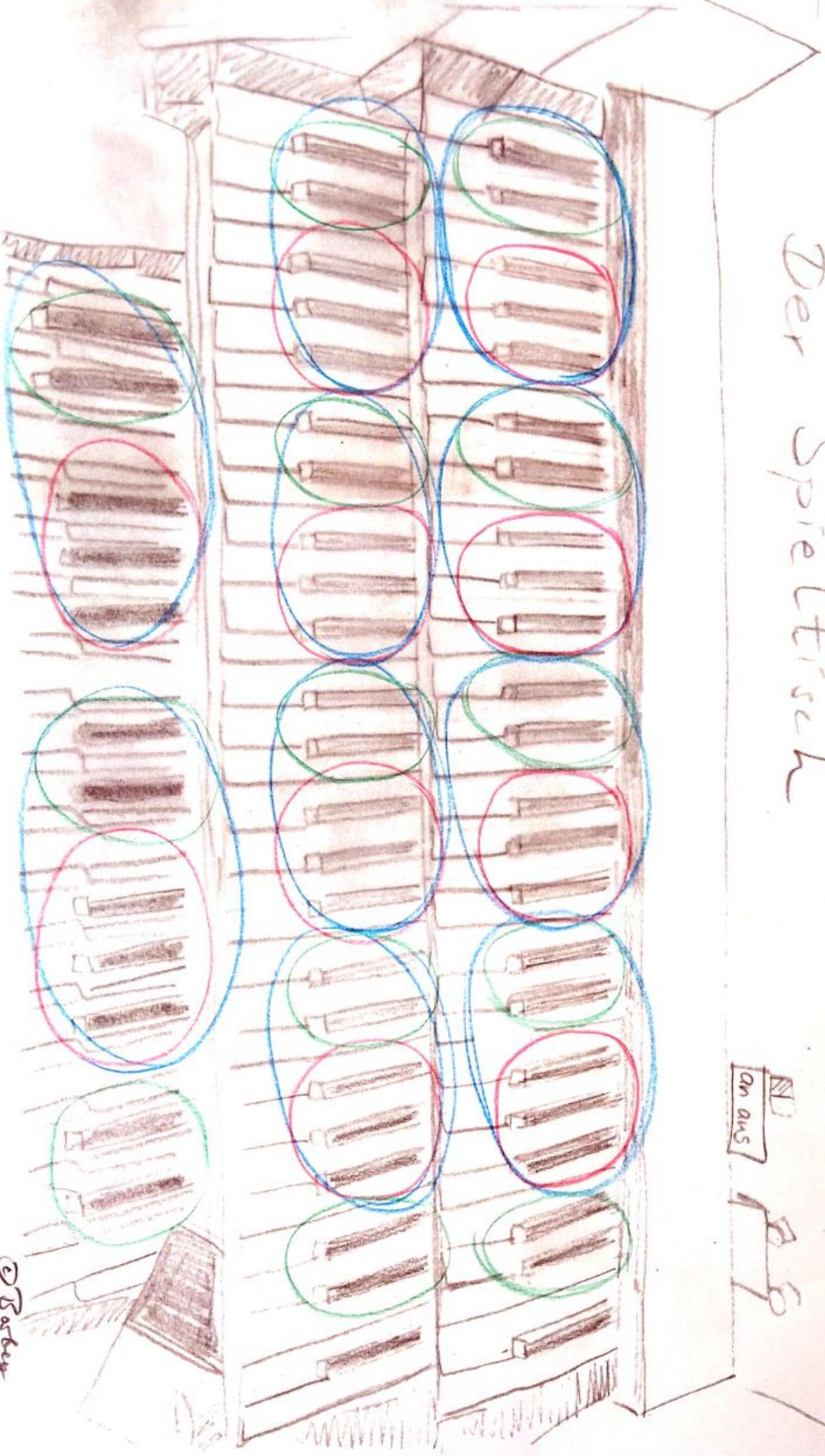


an aus

©Bassey

Zähle  
 2er Gruppen 13  
 3er Gruppen 10 \* 7er Gruppen 10  
 \* 12er Gruppen 10

Der Spiel Tisch



an aus



© Bartley

# 2er Gruppen

$$2 \neq 2 \quad 1 \cdot 2 = 2$$

$$2 + 2 = \quad 2 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 = \quad 3 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 = \quad 4 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 5 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 6 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 7 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 8 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 9 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 10 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 11 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 12 \cdot 2 =$$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = \quad 13 \cdot 2 =$$

9.12.20  
Bossey

3er Gruppen

$$3 = 3 \quad 1 \cdot 3 = 3$$

$$3 + 3 = 6 \quad 2 \cdot 3 = 6$$

$$3 + 3 + 3 = 9 \quad 3 \cdot 3 = 9$$

$$3 + 3 + 3 + 3 = 12 \quad 4 \cdot 3 = 12$$

$$3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 15 \quad 5 \cdot 3 = 15$$

$$3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 18 \quad 6 \cdot 3 = 18$$

$$3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 21 \quad 7 \cdot 3 = 21$$

$$3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 24 \quad 8 \cdot 3 = 24$$

$$3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 27 \quad 9 \cdot 3 = 27$$

$$3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 30 \quad 10 \cdot 3 = 30$$

9.12.20  
Barney

Die Prospektpfeifen sind bei den meisten Orgeln symmetrisch angeordnet. Auf dem vorliegenden AB zu den Prospektpfeifen wurde zur Reduktion der Komplexität bei der Abbildung nur die mögliche mittlere Spiegelachse des Orgelprospektes genutzt. Drei von den 9er Orgelpfeifengruppen des vorliegenden Beispiel sind ebenfalls symmetrisch.

Mögliche Unterrichtsimpulse zur Abbildung finden sich in der Anlage 5\_AB Orgelpfeifen geschickt zählen, bündeln, zusammenrechnen.

⇒ Tipp: in der 1./2. Klasse ist es nicht nötig, dass die Kinder die Antworten aufschreiben. Ein Unterrichtsgespräch reicht.

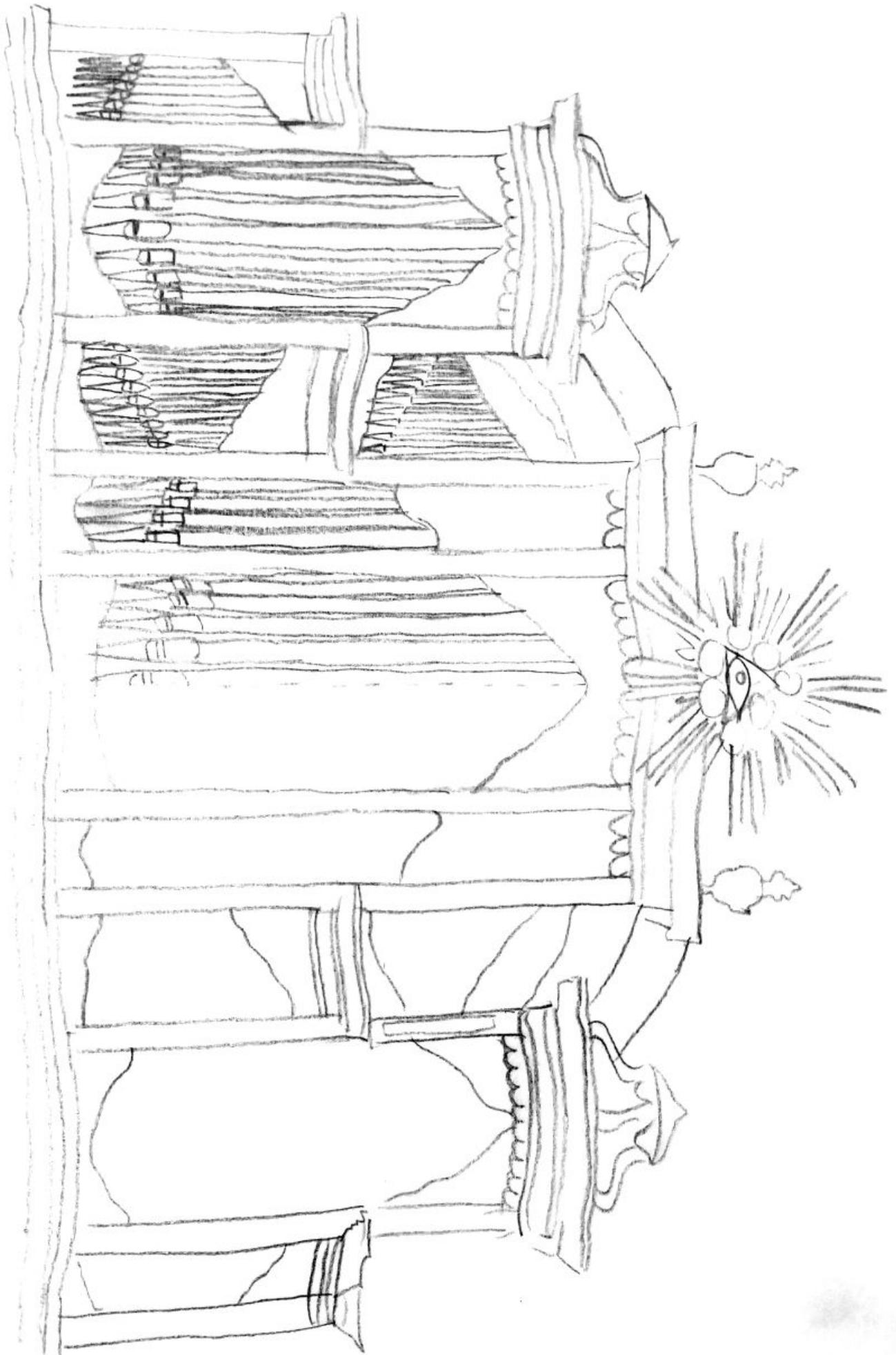
Die Prospektpfeifen lassen sich (wieder) in Gruppen zählen. Im Unterschied zum Zählen in Gruppen am Spieltisch ergeben sich hier jedoch mehr verschiedene Gruppen.

Es kann man den Schüler\*innen gemeinsam überlegt werden, wie sich die Gruppen am geschicktesten zusammenrechnen lassen.

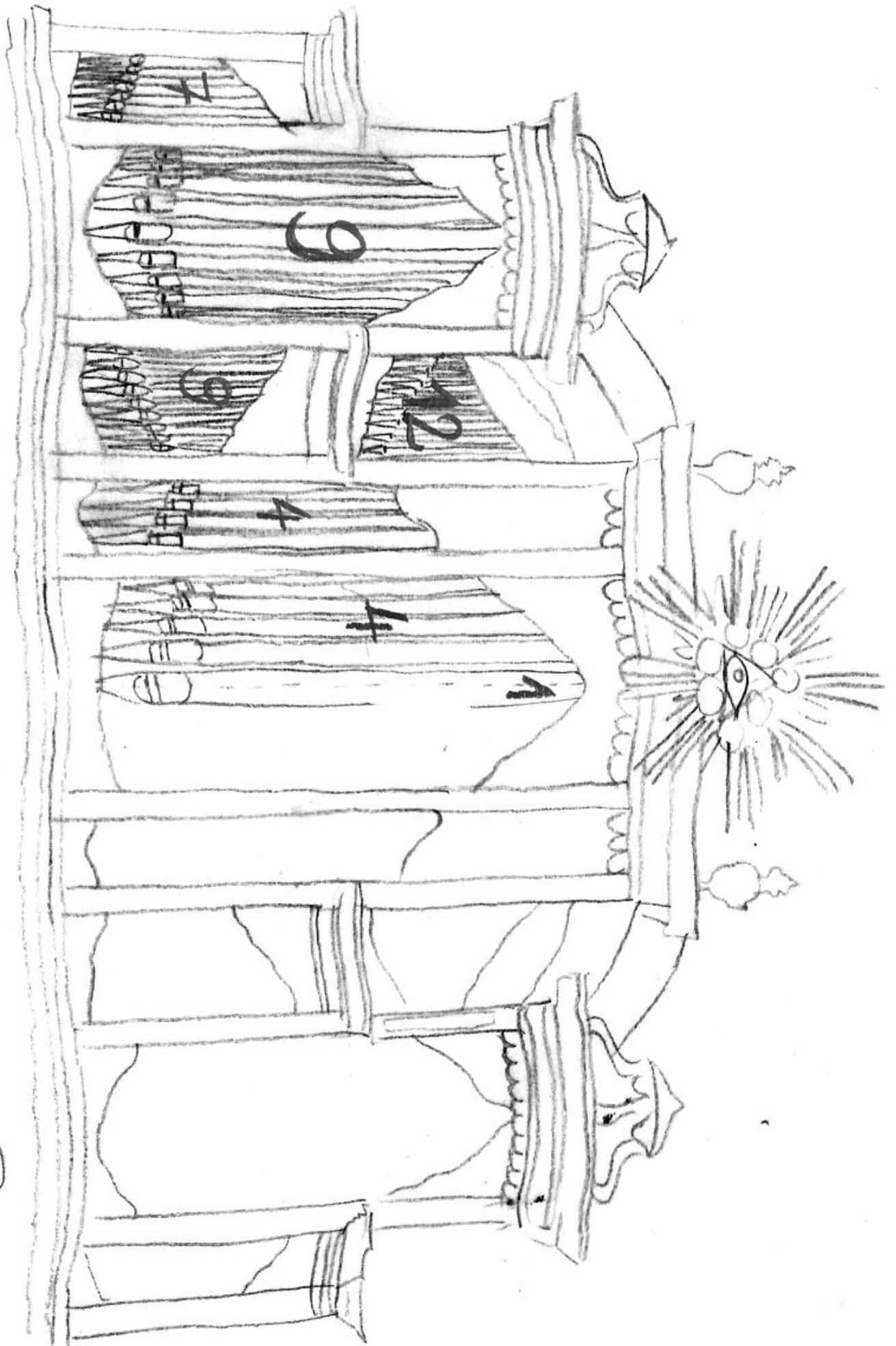
Ein Beispiel, das wir im Unterrichtsgespräch in der ersten Klasse gemeinsam entwickelt haben, findet sich in der Anlage 5\_AB Prospektpfeifen.



Foto: Hans-Kaspar Aelli



*Barbey*



©Barkay

Rechenweg Prospektpfaffen Barben

$$7 + 7 = 14$$

$$\underbrace{9 + 9}_{18} + \underbrace{9 + 9}_{18} = 36$$

Das konnten  
3 Kinder in  
der 1. Klasse

$$10 + 10 + 10 + 10 = 40$$

$$40 - 4 = 36$$

Das haben  
mit Posten  
statuen alle  
Kinder  
nachvollzogen.

$$18 + 18$$

$$10 + 10 + \underbrace{8 + 2}_{10} + 6 = 36$$

$$12 + 12$$

$$10 + 10 + 2 + 2 = 24$$

$$\underbrace{4 + 4}_{8} + \underbrace{4 + 4}_{8} = 16$$

$$4 \cdot 4 = 16$$

1

$$14 + 36 = 50$$

$$24 + 16 = 40$$

$$50 + 40 = 90$$

$$90 + 1 = 91$$

## Ein altes Längenmaß

Die Länge der Pfeifen wird in „Fuß“ angegeben. Das ist ein sehr altes, früher in vielen Teilen der Welt verwendetes Längenmaß.

Je nach Land (und Größe der dortigen Bewohner) ist ein Fuß ca. 28-32 cm lang. In England wird auch heute noch in Fuß „foot“ gerechnet. 1 ft= 30,48 cm, vor allem in der See- und Luftfahrt.

Die tiefste Pfeife eines 8'-Registers (sprich: 8 Fuß Register), der tiefste Ton C hat also eine Pfeifenlänge von rund 8 x 30 cm. Die Pfeife ist also 2m40 m lang.

In der Orgel der Sophienkirche gibt es z.B.

- a) das Siffflöte 1'-Register. Wie lang ist hier die tiefste C-Pfeife?

\_\_\_\_\_

- b) das Blöckflöten 2'-Register. Wie lang ist hier die tiefste C-Pfeife?

\_\_\_\_\_

- c) das Nachthorn 4'-Register. Wie lang ist hier die tiefste C-Pfeife?

\_\_\_\_\_

- d) das Quintadena 12' Register. Wie lang ist hier die tiefste C-Pfeife?

\_\_\_\_\_



**Orgelmusik hören**  
**Unterschiedlichen Klangmöglichkeiten der Orgel erleben, wahrnehmen und**  
**so genau wie möglich beschreiben**

**Aufgaben:**

- ⇒ Seid ganz leise.
- ⇒ Hört genau hin.
- ⇒ Wie empfindet ihr die Stimmung des Stückes?
- ⇒ Könnt ihr heraushören, was für Orgelpfeifen in diesem Stück mitspielen?
- ⇒ Hört ihr in Spielpausen den Wind in der Orgel? Oder andere Geräusche?
- ⇒ **Beschreibt alles, was ihr hört so genau wie möglich.**
- ⇒ Arbeitet gut in euren Teams zusammen. Die Erstklässler dürfen den Fünftklässlern diktieren, was sie bemerkt haben.

*Wörter die euch bei der Beschreibung helfen können:*

*Die Musik ist .... laut, leise, traurig, fröhlich, festlich, sanft, mächtig, schnell, langsam, tiefe, dunkle, hell, hoch,*

*...*

*Zu hören sind ... viele Töne auf einmal, wenige Töne auf einmal....*

*Die Musik macht mich....*

<i>Hörbeispiel</i>	<i>Beschreibung</i>
1)	
2)	
3)	

## Welche Mathematik steckt in der Orgel?

### 1. Hinführungsphase

Vielen Grundschulern ist die Orgel als Instrument, ihr Klang, ihre Funktionsweise und die für dieses Instrument geschriebene Musik kaum bekannt. Das war auch bei den Schüler\*innen unserer 5. Klasse der Fall.

Erstes Ziel war somit, den Schüler\*innen die Orgel als Instrument erfahrbar zu machen, ihnen einen sinnlichen Zugang zum Thema „Orgel“ zu verschaffen und musikalische Erlebnisse durch die Orgel zu vermitteln. Von diesen Erfahrungen ausgehend versprachen wir uns später ein authentischere und tiefergehende mathematische Auseinandersetzung mit dem Orgelthema.

Die erste, konkrete Begegnung der Schüler\*innen der 5e mit der Orgel erfolgte über Sachtexte und Filme /Videos und das Hören von Orgelmusik:

#### Orgelmusik:

- „Toccatà dorica“ BWV 538 J.S. Bach (hier ist die Spielweise der Orgel mit Manual und Pedal gut erkennbar)
- „Volumina“, György Ligeti, 1962, Fassung 1 (mit sichtbarer Partitur/Clusternotationen)

#### Medium

<https://www.youtube.com/watch?v=Qk40cJLgRTY>

Label: Wergo, CD-Nr. WER 60161-50 und

<https://www.youtube.com/watch?v=wbLcI9-Js0U>

#### Sachtexte:

- Die Orgel – Königin der Instrument (elementar)
- Orgel, Kinderlexikon (mittel)
- Orgeln: Funktionsweise, Aufbau und Technik (fortgeschritten)

[https://vs-](https://vs-material.wegerer.at/musik/info_die_orgel.pdf)

[material.wegerer.at/musik/info\\_die\\_orgel.pdf](https://vs-material.wegerer.at/musik/info_die_orgel.pdf)

<https://klexikon.zum.de/wiki/Orgel>

<http://die-orgelseite.de/funktionsweise.htm>

#### Dokumentarfilme:

- Sendung mit der Maus, Sachgeschichte: Orgel (Funktionsweise der Orgel)
- Die Orgel für Kinder vorgestellt, Kultur-md

<https://kinder.wdr.de/tv/die-sendung-mit-der-maus/av/video-sachgeschichte-orgel-100.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=wJ5Sml8Qizs>

Um die darauf folgende Exkursion vorzubereiten, besuchten wir Lehrkräfte die Orgel der nahen Sophienkirche und dokumentierten die Orgel von innen – die Register, Pfeifengruppen, Traktoren, das Wellenbrett - und außen. Die Aufnahmen stellten wir unseren Klassen im Lernraum Berlin zur Verfügung. Die Kinder der 5e hatten den Auftrag, diese Aufnahmen zu sichten und sich Fragen an den Organisten zu notieren (s. Anhang).

Der Ablauf des Besuchs wurde aufgrund der Pandemie sorgfältig organisiert und mit dem Organisten der Sophienkirche abgesprochen. Da das Projekt klassenübergreifend geplant wurde, besprach die 5. Klasse auch die Aufgabe, auf der Exkursion je ein bis zwei Kinder aus der 1. Klasse zu betreuen. Konkret: Wer stellt dem Organisten die Fragen, wer notiert, wie verhalte ich mich, wenn mein Partnerkind unaufmerksam ist usw.

Mehrere Eltern, Erzieher und Lehrerinnen beteiligten sich an der Durchführung der Exkursion.

## 2. Exkursion zur Orgel der Sophienkirche

Nachdem die beiden Klassen im Kirchenschiff Platz genommen hatten, spielte Herr Schnaus, Organist der Sophienkirche, den Schüler\*innen drei Stücke vor: J.S. Bach, Fantasia c-Moll / J.S. Bach, Choralbearbeitung "Herr Jesu Christ, dich zu uns wend" / F. Mendelssohn, Allegro maestoso e vivace (1. Orgelsonate).

Dazu bearbeiteten die Zweiergruppen den dazugehörenden Hörauftrag. Anschließend stellten die Kinder dem Organisten auf der Empore neben der großen Orgel sitzend ihre Fragen. Der Organist gab dazu spielend die Antworten. Zum Schluss spielte der Organist eines seiner Lieblingsstücke, eine Toccata von J.S. Bach.

Meinungen der Schüler\*innen der 5e zu den Höraufträgen:

„ Die Musik ist ganz laut, sie war auch ganz schön ...“ (Jeanne)

„Die inneren Pfeifen haben (bei J.S. Bach, Fantasia c-Moll) mehr gespielt. Deswegen war es auch tiefer.“ (Gabriel)

„(Die Musik von Mendelssohns Allegro war ...) laut, fröhlich, mächtig, schnell, hell, hoch, viele Töne auf einmal, fröhlich.“ (Camille)

„Das Lied (die Choralbegleitung Bachs) war sehr ruhig und besonders die mittleren Pfeifen und die großen Pfeifen haben gespielt ...“ (Maxime)

„Irene hat das 1. Stück (C-Moll Fantasie) fröhlich gemacht. Anouk hat sie auch fröhlich gemacht.“ (Lynn, Partnerkind von Anouk und Irene)

In der Reflektion bewerteten die Kinder der 5e die Jahrgangsmischung (und die ihnen übertragene Verantwortung für die Erstklässler) als bereichernd und motivierend. „Das wollen wir wieder so machen“ erklärte übereinstimmend die Mehrheit der Klasse.

## 3. Von der Orgel zur Mathematik - und wieder zurück!

Die verbleibende Unterrichtszeit war aufgrund des vorzeitigen Schulschlusses und der Vorbereitungen für den Lock-Down nach den Weihnachtsferien äußerst knapp bemessen. Trotzdem hat die 5. Klasse noch vieles geschafft:

Wir sammelten die wichtigsten, unbeantworteten Fragen aus der Exkursion und stellten diese Herrn Schnaus und der Orgelbaufirma Schuke in Potsdam, die die Sophienkirchenorgel gebaut hat. Aus diesen Informationen entstand der Orgelsteckbrief und einige Aufgaben der Lernumgebungen.

In den Mathematikstunden nahmen wir Fragen mit mathematischem Kern in den Blick<sup>1</sup>. Diese gingen in drei Richtungen, die von den Lernumgebungen aufgegriffen werden:

1. Im Bereich Zahlen und Operationen (L1) bearbeiteten die Schüler\*innen Fragen zum Spieltisch, insbesondere der Manuale und Pedalwerks. Da das eigentliche Zählen den Schüler\*innen auf Niveau D keine besonderen Schwierigkeiten bereitet, lag der Fokus auf dem Finden von Mustern bzw. dem Bilden von Tastengruppen.  
Der musikalische Interpretation dieser Gruppierungen (Intervallehre) konnten wir lediglich anschnitten, werden dies jedoch im 2. Halbjahr nochmals vertiefend aufgreifen.

---

<sup>1</sup> Rückblickend fände ich es sinnvoll, vor der ersten Begegnung mit der Orgel / vor der Exkursion die Schüler\*innen Fragen an die Orgel aufschreiben zu lassen und auch, was die S\*S bereits über die Orgel wissen („Lernstandsanalyse“, z.B. mit der Placemat-Methode). Erst nach der Exkursion könnten die S\*S dann mathematische Fragen entwickeln.

Ebenfalls in den Bereich Zahlen und Operationen fiel das Zählen der Prospektpfeifen. Nachdem die Schüler\*innen diesen Zählauftrag während der Exkursion bearbeiteten, ging es im Unterricht um das Prüfen der Ergebnisse und geschickte Zählen: „Zähle die Prospektpfeifen geschickt. Notiere deinen Rechenweg so, dass wir auf einen Blick sehen, wie du gezählt hast!“ Nachdem die Schüler\*innen sich zunächst einzeln mit der Frage beschäftigt hatten, setzten sie sich anschließend zu zweit und dann zu dritt zusammen (1-2-3 oder TPS-Methode) und optimierten ihre Zählstrategien. Anschließend wurden die Berechnungen an der Tafel notiert und besprochen. Dabei waren die Kriterien ...

- Welche Rechenwege sind kurz, übersichtlich und nachvollziehbar?
- In welchen Rechenwegen erkenne ich den Bau des Orgelprospekts?
- Welche Rechenwege sind besonders elegant und benutzen sowohl Zahl- als auch operative Zusammenhänge?
- ....

Faszinierend fand ich, dass sowohl Erst- als auch Fünftklässler diese Aufgabe auf verschiedenen Niveaus verschieden lösen – ganz im Sinne des spiralcurricularen Lernens.

2. Im Bereich von „Raum und Form“ (L3) beschäftigten wir uns mit Symmetrien. Den Schüler\*innen war aufgrund ihres Vorwissens schnell klar, dass der Prospekt der Sophienkirchenorgel achsensymmetrisch gebaut ist und dass die Spiegelachse vertikal durch die Prospektmitte verläuft. Deshalb erweiterte ich die Aufgabe:  
„Jetzt seid ihr die Orgelbaumeister! Baut aus den Pfeifengruppen der Sophienkirchenorgel eine eigene, symmetrische Orgel. Zeichnet dazu eine Skizze und präsentiert die Orgel euren Mitschüler\*innen“.

Die 5. Klasse ging dabei motiviert an das Bauen und Konstruieren. In der anschließenden Gruppenpräsentationen wurde im Sinne des ko-konstruktiven Lernens die Orgeln nach folgenden Kriterien untersucht:

- Welche Gruppe mit welcher Pfeifenzahl eignet sich für die Prospektmitte, welche für die lateralen Elemente?
- Welche Anordnung der Gruppen erzeugt eine harmonische Linienführung, also eine „Kurve oder Schwung“ über die Gruppen hinweg?
- Welche Orgel erzeugt wohl ein ausgewogenes Klangbild?
- Welche Orgel ist einfach, weniger einfach oder schwierig zu bauen?

3. Im Bereich der „Zählstrategien“ und aufbauend auf den Schülerfragen um die Registerzahl untersuchten die Schüler\*innen die Anzahl der 2er (3er, 4er ...) – Kombinationen von Registern. Dazu lautete der Auftrag:

„Die Orgel der Sophienkirche hat 28 klingende Register<sup>2</sup>. Der Organist möchte die Klangfarben erforschen und kombiniert immer zwei Register miteinander. Schätzt und berechnet die Anzahl der möglichen Klangfarben, die aus zwei Registern bestehen.“

Da die Lernenden noch über keine gefestigten Strategien verfügen, diese Situation erfolgreich zu modellieren, lösten sie die Aufträge in Partnerarbeit.

---

<sup>2</sup> Tatsächlich hat die Sophienkirchenorgel heute klingende 29 Register, ein Tremulant wurde durch ein Salicional 4' Register ersetzt.

In der Auswertungsphase ging es neben dem Finden aller Lösungen vor allem um das geeignete Darstellen der Möglichkeiten. Dabei diskutierten die Schüler\*innen die Frage, ob sich die Möglichkeiten additiv oder multiplikativ errechnen lassen, durchaus kontrovers. Stärkere Schüler\*innen versuchten auch die Anzahl möglicher 3er und 4er-Kombinationen zu berechnen und stellten fest, wie rasant die Möglichkeiten ansteigen.

#### 4. Ausblick

Insgesamt fanden alle Beteiligten, dass „Orgelmathematik“ ein spannendes und ergiebiges Thema ist – was zu Beginn durchaus nicht sicher war! Damit sich beide Bereiche – Musik und Mathematik – sich gegenseitig bereichern, sind konkrete Vorerfahrungen mit und an der Orgel und ihrer Musik unverzichtbar.

Nicht immer konnte aufgrund fehlender Zeit der Kreislauf des Modellierens geschlossen werden, z.B. in der Frage der möglichen Registerkombinationen. Dies müsste noch abgeschlossen werden, da der Schritt der Interpretation und Validation der mathematischen Lösung erst Tragweite und Gültigkeit verleiht.

Die beigelegten Lernumgebungen stellen eine erste Ausarbeitung der oben dargestellten Fragen dar. Es sind Anregungen und sollten stets auf die jeweilige Klasse angepasst, gekürzt oder erweitert werden. Jede einzelne LU kann in circa einer Doppelstunde bearbeitet werden.

Nach einer Erprobung der Lernumgebungen wäre für jede ein Steckbrief / Kurzbeschrieb als kompetenzorientierter Raster zu verfassen – so wie er bereits für das Gesamtprojekt vorliegt. In dieser Form könnte unsere „Orgelmathematik“ Eingang in das schulinterne Curriculum finden.

*Anlage: Fünf Lernumgebungen zum Thema „Welche Mathematik steckt in der Orgel, mit Arbeitsmaterial und Schüler\*innenlösungen.“*

## Orgeltasten und Pedalen zählen – Muster entdecken

Die Orgel ist ein großes Instrument, das mit Pfeifen erklingt. Diese Pfeifen betätigt der Organist mit dem Manual (frz. la main – die Hand) und mit den Füßen über die Pedale (frz. le pied – der Fuß). Drückt der Organist mit seiner Hand eine Taste oder mit seinem Fuß ein Pedal, strömt Luft durch eine Pfeife und ein Ton erklingt. Oft hat eine Kirchenorgel viele Pfeifen und deswegen auch mehrere Manuale. Manuale und Pedale bilden zusammen mit den Registern den Spieltisch.

Auf dem Bild seht ihr die beiden Manuale und die Pedale der Orgel der Sophienkirche in Berlin Mitte. Sie wurde 1970 von dem Orgelbauer Alexander Schuke aus Potsdam gebaut.



### Auftrag 1:

Betrachtet die Manuale und das Pedalwerk. Was fällt euch auf? Entdeckt ihr Muster in der Anordnung der Tasten und Pedale? Notiert eure Beobachtungen und Fragen. Zeichnet mit Farben eure Muster in das Bild.

**Auftrag 2:**

Jede Taste ist ein Ton. Zählt alle Tasten der zwei Manuale und alle Pedalen. Notiert die Anzahl der Töne. Wie habt ihr die Tasten und Pedale gezählt? Erklärt eure Zählstrategie. Schreibt diese auf.

**Auftrag 3:**

Auf den Manualen könnt ihr Gruppen von Tasten erkennen. Wo findet Ihr ...

- ... die 2er Gruppen weißer Tasten und kurzer Pedale?
- ... die 3er Gruppen weißer Tasten und kurzer Pedale?
- ... die 5er Gruppen weißer Tasten und kurzer Pedale?
- ... die 7er Gruppen schwarzer Tasten und langer Pedale?
- ... die 12er Gruppen aus weißen und schwarzen Tasten und kurzen und langen Pedalen?

Zeichnet die Gruppen in das AB 1 ein.

**Auftrag 4:**

Zählt die folgenden Tastengruppen und notiert deren Anzahl. Benutzt dazu das AB 1.

Zählt ...

- die 2er Gruppen weißer Tasten und kurzer Pedale .....
- die 3er Gruppen weißer Tasten und kurzer Pedale .....
- die 5er Gruppen weißer Tasten und kurzer Pedale .....
- die 7er Gruppen schwarzer Tasten und langer Pedale .....
- die 12er Gruppen aus weißen und schwarzen Tasten und kurzen und langen Pedalen .....

**Auftrag 5:**

Jede 7er Gruppe langer, schwarzer Tasten bildet zusammen mit einer 2er und einer 3er Gruppe eine 12er Gruppe, die sich jeweils wiederholt. Den Abstand, musikalisch auch Intervall genannt, von der ersten Taste dieser Gruppe bis zu der ersten Taste der nächsten Gruppe, ab der sich das Muster wiederholt, nennen wir Oktave (lat. Octava – die Achte).

Zählt die Anzahl der Oktaven auf dem Spieltisch der Sophienkirchenorgel. Notiert die Anzahl .....

Der Abstand von dem tiefsten zum höchsten Ton der Orgel nennen wir Tonumfang der Orgel. Diesen Umfang kannst du – im Gegensatz zum Umfang eines Rechtecks oder Kreises! – hören.

**Auftrag 6:**

Wie hat dir diese Lernumgebung gefallen? Was hast du dazu gelernt?

Schreibe in dein Lerntagebuch oder dein Projektheft einen kleinen Bericht. Illustriere diesen mit deinen Zeichnungen, Skizzen. Lege deine Arbeitsblätter dazu.

Tausche dich mit deinen Mitschüler\*innen aus. Lest euch die Berichte gegenseitig vor.

**Anlage:**

AB mit Spieltisch und Zähltauftrag (A3)

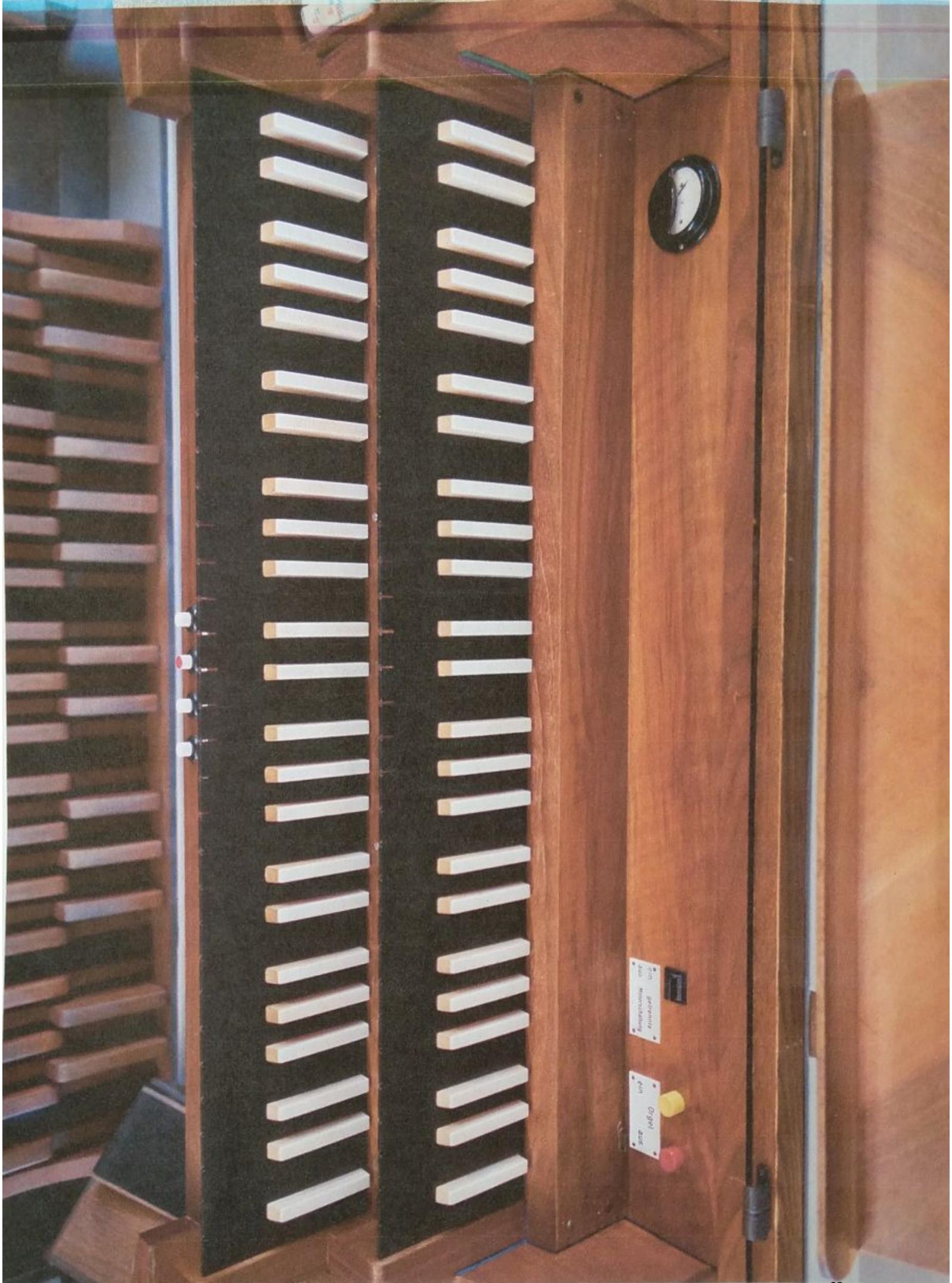


Foto: Hans-Kaspar Aepli

Zähle  
 2er Gruppen —  
 3er Gruppen —  
 5er Gruppen —  
 \*7er Gruppen —  
 \*12er Gruppen —

Der Spieltrisch



an aus

©Bassey

Zähle  
2er Gruppen 13  
3er Gruppen 10

5er Gruppen 10  
\* 7er Gruppen 10

\* 12er Gruppen  
10

# Der Spieltisch

an aus



## Die Orgel in Zahlen und Größen

In dieser Lernumgebung lernst du die Orgel der Sophienkirche in Berlin Mitte kennen.

Die Sophienkirche wurde 1712 als Saalkirche erbaut. Du kannst den Saal auf der Photographie erkennen. Rund 20 Jahre später baute der Turmbaumeister Johann Grael den Turm darauf.

Die erste Orgel wurde 1790 vom Orgelbauer Ernst Marx „verfertigt“. Das Geld dafür spendete der Schiffbaumeister Johann Friedrich Köpjohn. 1970 baute der Orgelbaumeister Alexander Schuke aus Potsdam die jetzige Orgel ein.



### Auftrag 1:

Finde ein\*e Mitschüler\*in, mit der/dem du diese Lernumgebung bearbeiten möchtest. Lest den Steckbrief durch. Sichtet die Bilder im Lernraum. Findet zu den Bildern die entsprechenden Beschreibungen im Steckbrief.

### Auftrag 2:

Lest gemeinsam den Sachtext „Die Orgel in Zahlen und Größen“. Markiert Wörter und Satzstellen, die ihr nicht versteht. Schlagt schwierige Wörter in einem Musiklexikon nach. Wenn ein Zugang zum Internet zur Verfügung steht, könnt ihr auch mit einer Suchmaschine recherchieren.

### Auftrag 3:

Entwickelt jetzt Fragen, die ihr an die Sophienorgel stellen könnt. Notiert diese in Sprechblasen. Schneidet die Sprechblasen aus und klebt sie auf das Bild mit der Orgel. Tipp: Wähle für jede Sprechblase eine eigene Farbe!

### Auftrag 4:

Beantwortet eure Fragen mithilfe des Textes „die Orgel in Zahlen und Größen“. Schreibt eure Rechnungen und Antworten wiederum in Sprechblasen der jeweils gleichen Farbe. Klebt die Antworten auf ein zweites Bild eurer Wahlorgel. Klebt Frage und Antwortbild aneinander und verbindet die Frage und Antwort mit Fäden.

### Auftrag 5:

Gestaltet in eurer Lerngruppe eine Ausstellung „Meine Orgel in Zahlen und Größen“. Stellt euch eure Forschungsergebnisse vor.

### Auftrag 6:

Wie hat dir diese Lernumgebung gefallen? Was hast du dazu gelernt?

Schreibe in dein Lerntagebuch oder dein Projektheft einen kleinen Bericht. Illustriere diesen mit deinen Zeichnungen, Skizzen und Berechnungen.

Tausche dich mit deinen Mitschüler\*innen aus. Lest euch eure Berichte vor.

## Steckbrief der Sophienkirchenorgel in Berlin Mitte:

<b>Baujahr</b>	<b>1970</b>
Orgelbaufirma	Alexander Schuke Orgelbau in Potsdam
Anzahl Beschäftigte in der Firma	50
Bauzeit der Orgel	1965 -1970, 5 Jahre
Planungszeit für die Orgel	~ 1 Jahr
Baukosten:	98 198,66 Ostmark + 7857 DM Spende
Bauetappen:	Ausschreibung: Angebot und Entwurf der Orgel, Verhandlungen, Auftrag, Mensurberechnung der Pfeifen, Konstruktion, Zeichnungen für die Werkstatt, Holzlisten, Bau der Orgel in der Holz- und Metallwerkstatt, Bestellung der Zulieferungen, Werkstattmontage, Pfeifenvorintonation (Klangeinstellung), Montage vor Ort, Intonation der Orgel, Generalstimmung
<b>Orgelmaße (Gehäuse):</b>	
Länge der Orgel:	7,20m
Höhe der Orgel:	4,50 m circa
Tiefe der Orgel:	3.90 m
<b>Äußere Gestaltung:</b>	
Bauliche Vorbilder und Veränderungen:	Orgelgehäuse 1790 von Ernst Julius Marx, mehrfach verändert (Dinse, Schuke...), die Orgel ist ein Einzelstück
Menge an Blattgold	5g Blattgold auf einer Fläche von insgesamt 2,5 m <sup>2</sup>
<b>Klaviaturen:</b>	
Anzahl Klaviaturen:	2
Material der Klaviaturen	schwarze Untertasten mit Ebenholz, weiße Obertasten mit Knochenauflage
<b>Register / Klangfarben:</b>	
Anzahl klingender Register:	29
Anzahl nicht klingender Register:	4
Register / Klangfarben:	<b>I. Hauptwerk (C-g<sup>'''</sup>):</b> Quintadena 16', Principal 8', Rohrflöte 8', Oktave 4', Spitzflöte 4', Nassat 2 2/3', Oktave 2', Mixtur 5 fach (1 1/3'), Cymbel 3 fach (1/2'), Trompete 16', Tremulant. <b>Schwellwerk (C-g<sup>'''</sup>):</b> Gedackt 8', Principal 4', Nachthorn 4', Oktave 2', Blockflöte 2', Terz 1 3/5', Quinte 1 1/3', Siffelöte 1', Scharff 4 fach (1'), Krummhorn 8', Salicional 8'. <b>Pedal (C-f<sup>'</sup>):</b> Principal 16', Subbaß 16', Principalbaß 8', Gedacktbaß 8', Choralbaß 4', Mixtur 5 fach (2 2/3'), Posaune 16', Trompete 8' <b>Nebenregister und Spielhilfen:</b> 2 freie Kombinationen, Organum Plenum, Zungen ab, Winddrossel <b>Koppeln:</b> SW-HW, HW-P, SW-P
Orgelstimmung Zeitaufwand	0,5 h pro Register, also 0,5 * 29 = 14,5 h
<b>Pfeifen:</b>	
Anzahl der Pfeifen insgesamt:	2014 Stück
Anzahl metallener Pfeifen:	1888 Stück
Anzahl hölzerner Pfeifen:	126
Länge der tiefst klingenden C- Pfeife	16 Fuß = 16 x 30,48 cm = 5,30 m

Länge der höchstklingenden C- Pfeife	1cm + 16cm (Fuß) = 17cm
Umfang der größten Pfeife	$25 \cdot \pi = 78,5 \text{ cm}$
Umfang der kleinsten Pfeifen	1,6 cm
Länge der C-Pfeife im ...	
Principal Register	16' (=16 Fuß)
Subbass	16'
Krummhorn Register	8' (= 8 Fuß)
Trompete Register	8'
Spitzflöte Register	4' (=4 Fuß)
Nassat Register	2 2/3' (= 2 2/3 Fuß)
Blockflöte Register	2' (=2 Fuß)
Siffelöte Register	1' (= 1 Fuß)
Cymbel III	1/2' (= 1/2 Fuß)
Baumaterialien der Pfeifen	Legierung aus 25 % Blei und 75 % Zinn (1.778 Stück) Legierung aus 75 % Blei und 25 % Zinn (86 Stück) Zink (24 Stück) Kiefernholz (126 Stück)
<b>Orgelwind:</b>	
Volumen der Windlade(n)	12 000 Liter
Stärke der Windmaschine	max. Durchsatz von 21 m <sup>3</sup> /min. (350 l/s)
Luft-/Windbedarf pro Register	mind. 0,5 m <sup>3</sup> /min. pro Register bei mechanischen Orgeln, bei pneumatischen Orgeln 1 m <sup>3</sup> /min. pro Register
<b>Traktorenzüge:</b>	
Art der Traktoren:	Mechanische Tontraktur, elektrische Registertraktur
Anzahl der Züge	...
Länge eines Zuges (Durchschnitt)	...

Wenn du mehr über diese Orgel erfahren möchtest, dann hole dir die **Orgel-App** unter <https://www.landesmusikrat-berlin.de/projekte/instrument-des-jahres-orgel/orgel-app/> oder direkt im PlayStore / AppStore unter dem Namen "Berlinhistory",

und die **Orgel-Map** unter ... <https://www.landesmusikrat-berlin.de/projekte/instrument-des-jahres-orgel/orgel-map/>

Hier findest du Hörbeispiele und weitere Informationen zur Sophienkirche und ihrer Orgel.

## Die Orgel in Zahlen und Größen<sup>1</sup>

In Deutschland gibt es rund 170 **Orgelbaufirmen** mit 1 bis 50 Beschäftigten. Insgesamt sind etwa 2.500 Personen im Orgelbau tätig. Hamburg kann zwei Firmen aufweisen, unter anderem das Traditionsunternehmen Rudolf von Beckerath mit einem 14-köpfigen Team. In Berlin Potsdam gibt es die Firma „Alexander Schuke Orgelbau“. Sie hat die Sophienkirchenorgel gebaut.

Der **Preis für eine Orgel** variiert stark und hängt von vielen Größen ab, wie verwendete Materialien, Disposition, technisches System (Traktur) oder Gestaltung. Durchschnittlich kann man jedoch mit rund 15.000 Euro pro Register kalkulieren. Eine Orgel für eine mittlere Dorfkirche kostet etwa 120.000 bis 180.000 Euro, eine Domorgel leicht mehrere Millionen Euro.

Eine **Orgel besteht aus unzähligen Einzelteilen**, dabei ist deren **Gewicht** insbesondere auch durch die Verwendung von Metall (Zinn, Zink, Kupfer, Blei) für die Orgelpfeifen erheblich: Bei Orgeln bis 30 Registern Gesamtgröße beträgt das durchschnittliche Gewicht eines (!) Orgelregisters 200 bis 250 Kilogramm. Damit kommen bereits bei kleinen Instrumenten mit zehn Registern leicht mehr als zwei Tonnen Gesamtgewicht zusammen. Bei dieser Angabe handelt es sich natürlich um einen Durchschnittswert.

Nur die wenigsten **Pfeifen einer Orgel** sind sichtbar in dem sogenannten Prospekt, der Fassade des Instrumentes. Die meisten Pfeifen stehen in dem Gehäuse. Größere Instrumente können bis zu 10.000 und mehr Pfeifen aufweisen, mittlere kommen mit um die 1.000 aus.

Die **Länge der Pfeife** wird bestimmt durch die Tonhöhe. Mit zehn Metern erzeugen die Längsten einen Ton, der mit 16 Hertz so tief ist, dass er schon außerhalb des Hörbereichs liegt und mehr oder weniger noch als Erschütterung wahrgenommen wird. Hoch wie eine Hundepfeife klingen die mit sechs Millimetern kürzesten Pfeifen. Ihre Frequenz von etwa 14.000 Hertz ist für ältere Menschen kaum mehr zu hören.

Die Länge der Pfeifen wird noch heute mit dem **alten Längenmaß „Fuß“** angegeben. Ein Fuß misst 30,48 cm. In der Sprache der Mathematik schreiben wir kurz:  $1' = 30,48\text{cm}$ . Oft steht beim Registernamen die Länge der tiefsten C-Pfeife in Fuß. Zum Beispiel das „Posaune 16“ Register: 16' steht hier für 16 Fuß und gibt die Länge der tiefsten Pfeife dieses Registers an. „Trompete 8“ bedeutet demzufolge, dass bei diesem Register die tiefste C-Pfeife 8 Fuß lang ist.

Die **Mensur einer Orgelpfeife** bezeichnet den Umfang der Pfeife. Die Mensur bestimmt die Klangfarbe. Eine Pfeife mit weiter Mensur klingt weich und voll, eine Pfeife mit kleiner Mensur eher scharf oder sogar schrill. Die Pfeifen eines Register haben also ähnliche Mensuren: Die Mensuren des „Principal 16“ Registers sind weit, das Register klingt voll und rund. Die Mensuren der „Sifflöten 1“ sind klein, ihre Töne deshalb scharf und durchdringend.

---

<sup>1</sup> Quellenangabe: Teile dieses Texts entstammen der Internetseite [www.orgelstadt-hamburg.de](http://www.orgelstadt-hamburg.de), abgerufen am 31.1.2020, 17h.

Der Text wurde für das Grundschulniveau A-D leicht angepasst. Die Angaben zu dem Größenmaß Fuß und der Mensur wurde vom Autor der UE ergänzt.

Die **Windmaschine ist die Lunge der Orgel**. Sie erzeugt den Orgelwind, den Luftstrom, den Kanäle zu den Pfeifen leiten und die Orgel erklingen lassen. Eine Orgel braucht pro Minute und Register rund einen Kubikmeter Luft.

Vor 400 – 200 Jahren bliesen Blasebälge die Luft in die Pfeifen. Diese mussten von „Kalkanten“ von Hand oder Fuß auf- und ab bewegt werden – eine anstrengende Arbeit!

Die Pfeifen einer Orgel stehen auf der **Windlade**. Diese ist aus Holz gefertigt. Auf der Oberseite, dem Pfeifenstock, ist sie durchbohrt. In diese Löchern ragt der Pfeifenkopf. Teil der Windlade sind auch die Ventile, die den Luftstrom entweder blockieren oder freigeben. Diese Ventile werden heute mechanisch, mit Druckluft („pneumatisch“) oder mit Strom („elektrisch“) bedient.

Mit den **Traktoren** oder **Traktorenzügen** übermittelt der Organist seine „Befehle“ an die Orgel. Drückt er eine Taste oder ein Pedal, leiten die Traktoren diese Befehle weiter an das Wellenbrett und von da an die Windlade. Die Traktoren verbinden somit die Tasten mit den Pfeifenventilen. Diese werden heute mechanisch, pneumatisch, elektrisch oder auch elektro-pneumatisch gesteuert. Auch die Register einer Orgel werden mit Traktoren bedient. Alle Traktoren zusammen bilden die **Traktur einer Orgel**.

Das **Wellenbrett** hat nichts mit Surfen zu tun! In einer Orgel leitet das Wellenbrett die Befehle des Organisten in verschiedene Richtungen zu den Pfeifen. Der Zug der Traktoren kommt auf der einen Seite des Wellenbretts an und wird auf dem Wellenbrett zu den Pfeifen umgeleitet. Das geht auch um die Ecke mithilfe einer **Welle** – deswegen der Name.

Das Wellenbrett koordiniert somit die vielen Befehle, die über die Traktoren an die Pfeifen gehen – damit Orgelmusik erklingt!

Die **Werke einer Orgel** sind Pfeifengruppen. Das **Hauptwerk** (HW) umfasst die Prospektpfeifen und die kräftigsten und tiefsten Register der Orgel. Das **Schwellwerk** (SW) ist eine Pfeifengruppe, dessen Lautstärke sich verändern („an-schwellen, ab-schwellen“) lässt. Diese Pfeifen sind in einem Holzkasten, dem Schwellkasten, untergebracht, dessen Türen sich mit einem Pedal öffnen und schließen lassen. Das **Pedalwerk** (PW) umfasst alle Pfeifen, die mit dem Pedal gespielt werden – also mit den Füßen des Organisten.

Die Klangfarben erzeugt die Orgel mit ihren **Registern**. Register sind Pfeifenreihen, die meistens den ganzen Tonumfang einer Orgel umfassen. Der Organist wählt zunächst die Register – die „Klangfarben“ für sein Orgelstück. Pro Taste erklingt dann genau eine Pfeife in einer bestimmten Klangfarbe. In der Regel ist jedes Register einer Klaviatur zugeordnet.

# Orgel - Fragen

Felix

- 1.) Wie viele Pfeifen hat die Orgel
- 2.) Wie viele Tasten " " "
- 3.) " " Register " " "
- 4.) " " Etagen " " "
- 5.) " lange dauert es die Pfeifen zu stimmen
- 6.) " " " " " " " " reinigen
- 7.) Wie hoch ist die Orgel
- 8.) " breit " " "
- 9.) " lang " " "
- 10.) Wie lange dauert es die Orgel zu bauen.
- 11.) Wie alt ist die Orgel
- 12.) Kann ich mal auf eine Taste drücken
- 13.) Können wir in die Orgel gehen

## Symmetrien an der Orgel erforschen

Die nach außen sichtbaren Pfeifen der Orgel bilden den Orgelprospekt (*lat. prospectare – von fern anschauen*). Sie sind in der Regel aus Orgelmetall gefertigt und ihr Klang ist besonders tragend, voll und kräftig. Die Prospektpfeifen bilden das Hauptregister und sind in Gruppen angeordnet.

Orgelprospekte werden von ihren Orgelbauern oft mit Ornamenten und Blattgold versehen. Sie geben der Orgel ein prächtiges Aussehen.

Die Abbildung unten zeigt den Prospekt der Sophienkirchenorgel in Berlin:



Foto: Hans-Kaspar Aebli

Dieser Prospekt wurde erst 1970 gebaut. Er ist ein Nachbau der ersten Orgel der Sophienkirche, die vom Orgelbauer Ernst Marx um 1790 gebaut wurde.

**Auftrag 1:**

Betrachtet den Orgelprospekt mit der Mathebrille.  
Notiert eure Beobachtungen und Fragen.

**Auftrag 2:**

Schätze zuerst die Anzahl der Pfeifen im Orgelprospekt. Zähle dann die Pfeifen.  
Notiere deinen Rechenweg so, dass wir auf einen Blick sehen, wie du gezählt hast.

**Auftrag 3:**

Erklärt euch gegenseitig, wie ihr gezählt und gerechnet habt. Vergleicht die Rechenwege und Ergebnisse.  
Findet gemeinsam einen möglichst kurzen und einfachen Rechenweg und notiert diesen.  
Vergleicht euren Rechenweg mit dem Bild des Orgelprospekts. Könnt ihr eure **Rechnung sehen**?

**Auftrag 4:**

Auf dem AB siehst du den Orgelprospekt der Sophienkirche. Ergänze die fehlende Seite des Prospekts.  
Zeichne mit Buntstiften.

**Auftrag 5:**

Stellt euch gegenseitig eure Zeichnungen vor. Wie seid ihr vorgegangen?  
Erklärt eure Lösungs- und Zeichnungswege!  
Schreibt eure Lösungen und Entdeckungen in der Mathesprache auf. Benutzt dazu den Sprachspeicher.

**Auftrag 6:**

Jetzt seid ihr die Orgelbaumeister! Nehmt ein Bogen Architekturpapier und paust die Pfeifengruppen des Prospekts durch. Schneidet die einzelnen Teile aus und baut einen eigenen Orgelprospekt nach euren Vorstellungen. Verbindet die Teile mit Ornamenten.  
Ihr könnt auch das Foto des Prospekts auseinanderschneiden, die Pfeifengruppen neu zusammensetzen und aufkleben.  
Stelle der Lerngruppe deine Orgel vor.

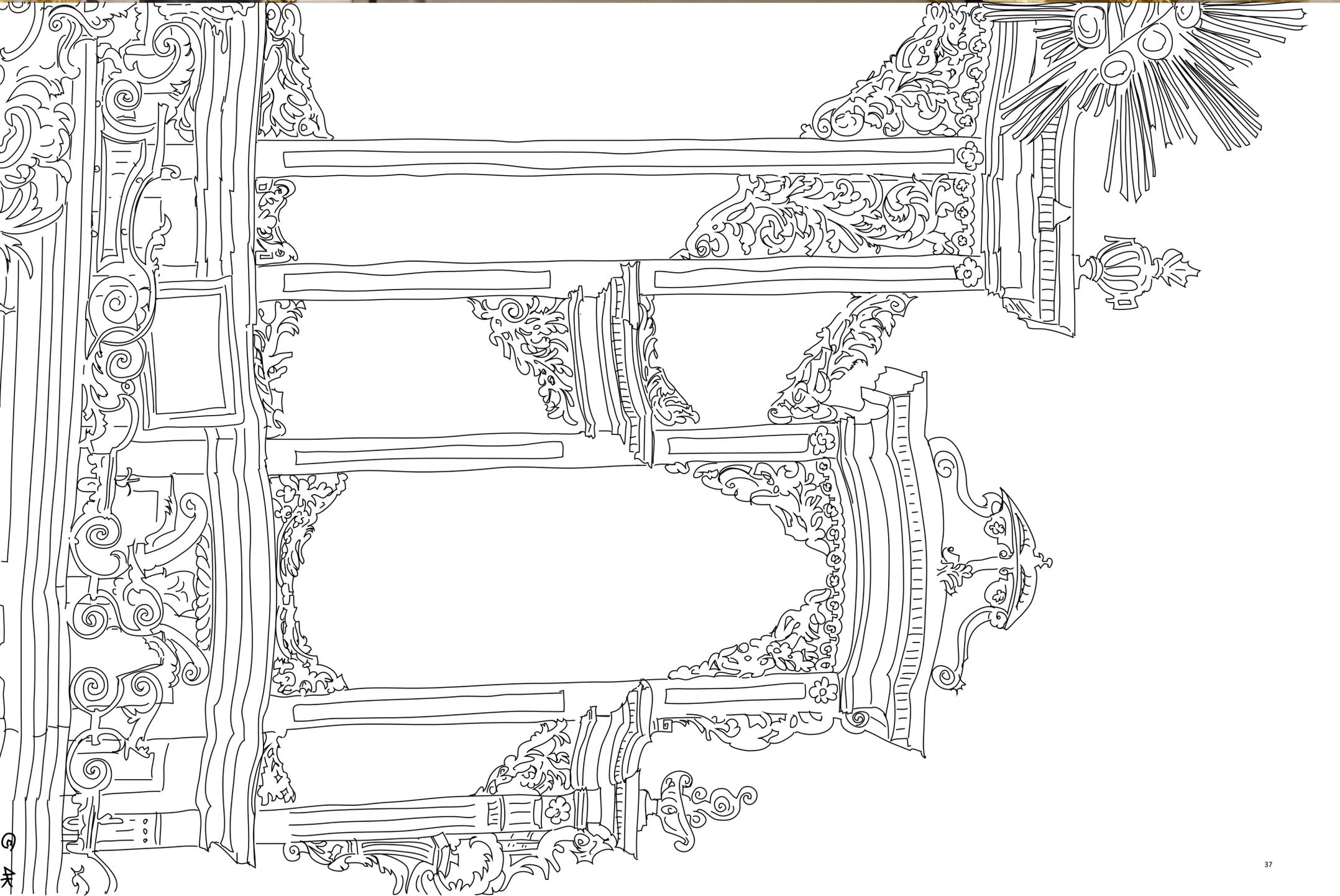
**Auftrag 7:**

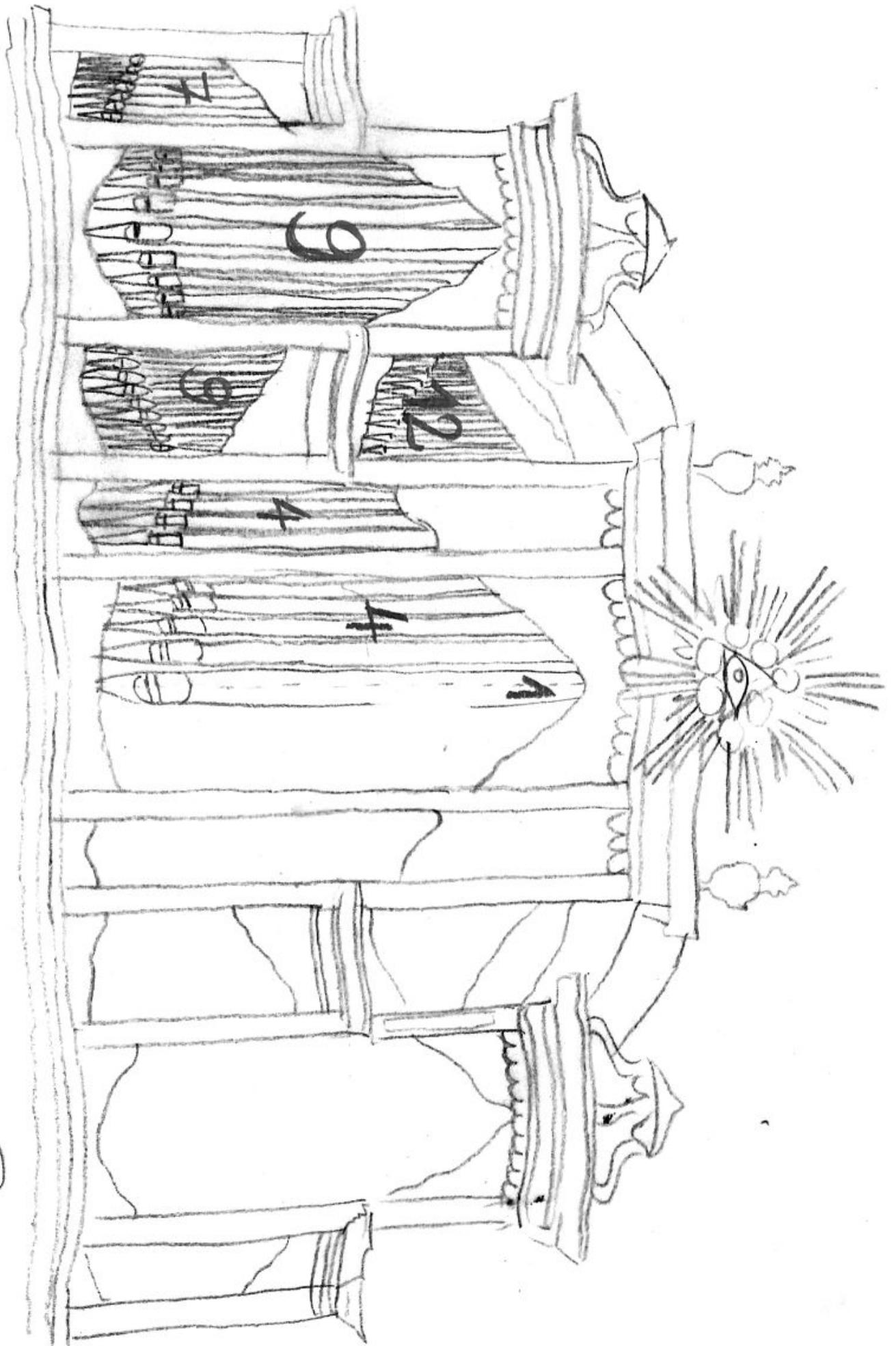
Wie hat dir diese Lernumgebung gefallen? Was hast du dazu gelernt?  
Schreibe in dein Lerntagebuch oder dein Projektheft einen kleinen Bericht. Illustriere diesen mit deinen Zeichnungen, Skizzen und Berechnungen.  
Tausche dich mit deinen Mitschüler\*innen aus. Lest euch eure Berichte vor.

- Anlage:
- AB Orgelprospekt symmetrisch ergänzen
  - Foto „Orgelprospekt“ für Druckpausen
  - Rechen- und Zählbeispiele



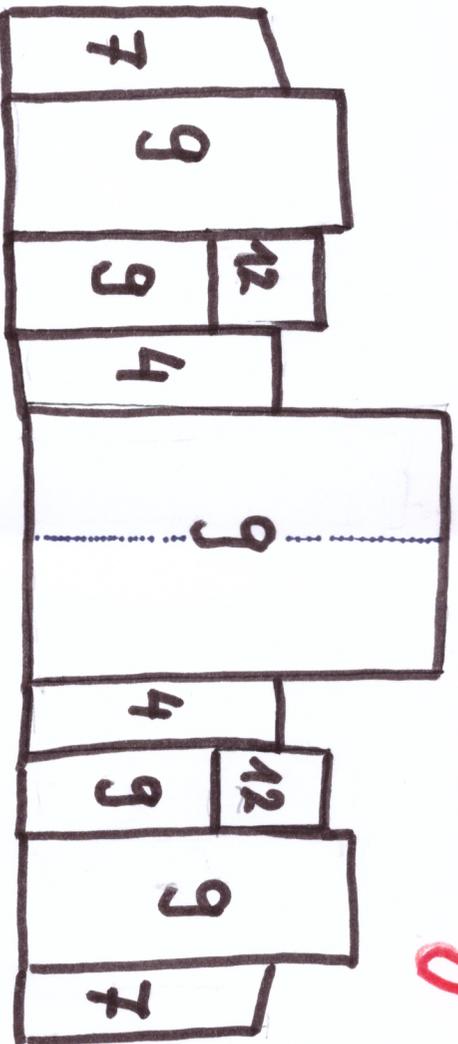
Foto: Hans-Kaspar Aelli





©Barney

# Symmetrien an der Orgel



Zähle die Prospektstufen! Notiere deine Rechnung so, dass wir auf einen Blick sehen, wie überprüfbar!

$$\cdot 7 + 9 + 9 + 12 + 4 + 9 + 4 + 12 + 9 + 9 + 7 = 91$$

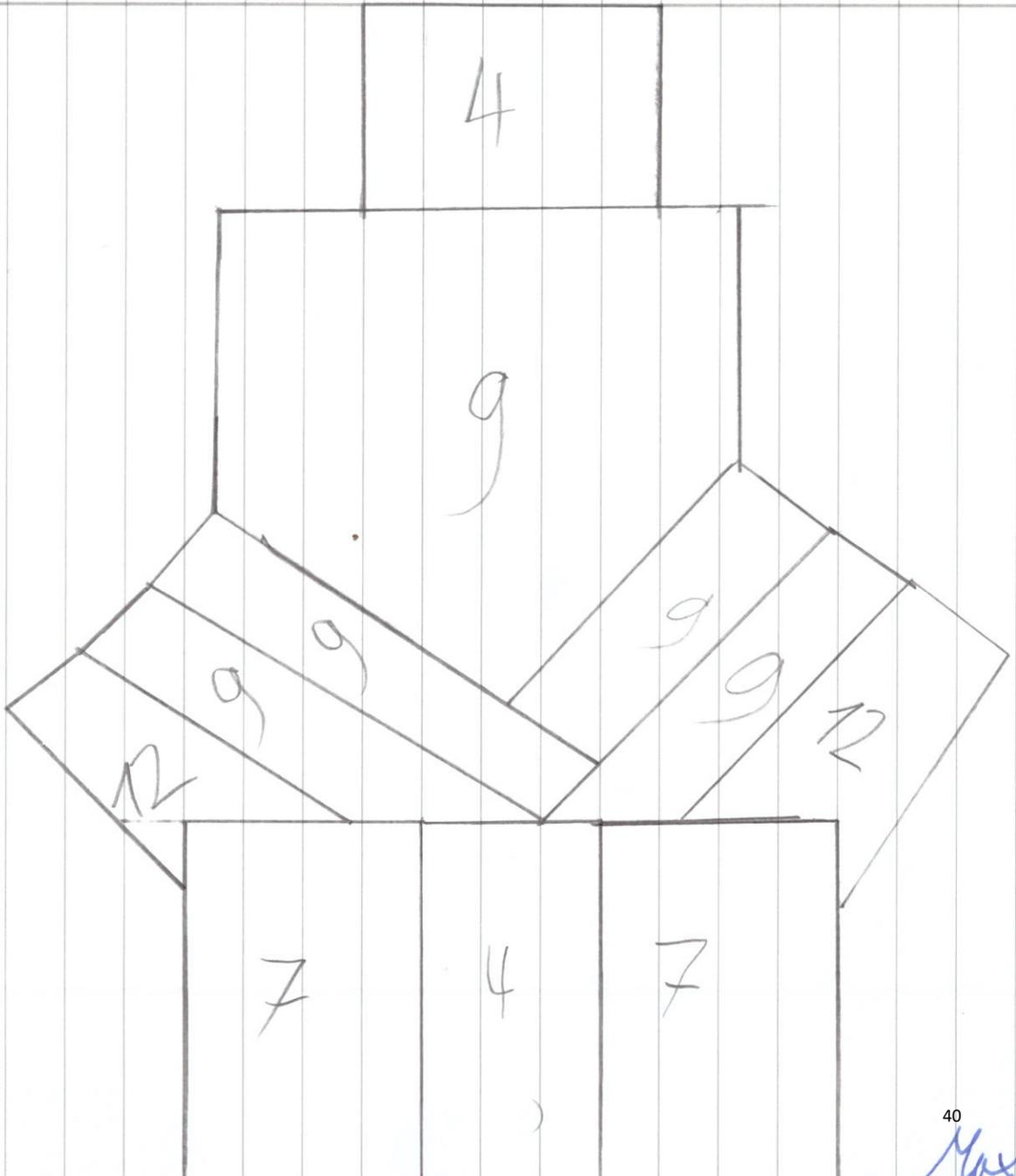
$$\cdot 7 + 2 \cdot 9 + 12 + 4 + 9 + 4 + 12 + 2 \cdot 9 + 7 = 91$$

$$\cdot 7 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 - 5 + 24 + 8 = 91$$

$$\cdot 2 \cdot 7 + 5 \cdot 9 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 4 = 91$$

$$\cdot (7 + 9 + 9 + 12 + 4) \cdot 2 + 9 = 91$$

.....



## Orgeltöne erforschen

Die Pfeifen einer Orgel sind in Reihen mit je einer bestimmten Klangfarbe zusammengefasst. Eine solche Pfeifenreihe heißt Register. Auf der Abbildung unten siehst du die Register der Sophienkirchenorgel:



Die 11 klingenden Register des Schwellwerks (SW) stehen oben, die 10 klingenden Register des Hauptwerk (HW) unten. Das „Tremulant“ ist ein Klangeffekt und hat keine Pfeifen.



Die 8 klingenden Register des Pedalwerks (PW) stehen in der Reihe unten.

Auf dem Arbeitsblatt findest du eine Zusammenstellung aller Register der Sophienkirchenorgel. Ein wichtiges Register ist z.B. das „Principal 8′“ - Register. Die Größe hinter dem Namen gibt die Größe der längsten C- Pfeife – das ist die Pfeife, die den Ton C spielt – in Fuß an. „Fuß“ ist ein altes Längenmaß. Ein Fuß entspricht ungefähr 30 cm. Die größte C-Pfeife des „Principal 8′“ ist also rund 2,40 Meter lang!

#### **Auftrag 1:**

Wählt ein *Werk* der Sophienkirchenorgel aus: Hauptwerk oder Schwellwerk oder Pedalwerk. Zeichnet in ein Säulendiagramm die längste C-Pfeife jedes Registers ein. Wählt eine geeignete Einheit und ordnet die Pfeifen der Länge nach. Beschriftet die Achsen mit „Registernamen“ und „Pfeifenlänge“.

#### **Auftrag 2:**

Wählt ein 16′ Register, ein 8′-, ein 4′- ein 2′ - und ein 1′-Register aus. Zeichnet ein Säulendiagramm wie in Auftrag 1 beschrieben.

Findet eine Rechenregel die beschreibt, wie sich die Länge der Pfeifen verändert. Welches Pfeifenlänge hätte die C-Pfeife des nächst größeren, welche des nächst kleineren Registers? Begründe.

#### **Auftrag 3:**

Welchen Zusammenhang besteht zwischen den Tonhöhen der C-Pfeifen und der Länge der Pfeifen? Erklärt in einfachen Sätzen.

Tipp: Falls euch ein Klavier zur Verfügung steht, so spielt die verschiedenen C-Töne in der Reihenfolge eurer Darstellung. Welches Muster könnt ihr erhören und erkennen? Notiert eure Beobachtung.

#### **Auftrag 4:**

Stellt euch eure Forschungsergebnisse gegenseitig vor und vergleicht. Welche Unterschiede und welche Gemeinsamkeiten könnt ihr entdecken. Einigt euch auf eine gemeinsame Erklärung und stellt diese der Lerngruppe vor.

#### **Auftrag 5:**

Erforscht Orgeltöne mit einer Flaschenorgel! Nehmt eine oder besser: acht **gleiche Limonadenflaschen!**

Blast mit gespannter Oberlippe sachte **über** die Öffnung. Welcher Ton erklingt?

Füllt jetzt die Flasche(n) schrittweise mit Wasser. Wie verändert sich der Ton?

Entleert die Flasche(n) schrittweise und prüft die Töne? Was stellt ihr fest?

Versucht durch schrittweises Füllen der Flaschen eine Tonleiter zu erzeugen. Markiere den Wasserspiegel für jeden neuen Ton mit einem wasserfesten Stift. Wie viele Oktaven passen in deine Flasche?

Beschreibe jetzt das Muster der Striche auf deiner Flasche. Kannst du eine Regel erkennen? Notiere und versuche das Muster / die Veränderung zu erklären.

Schlagt nun unter dem Wasserspiegel auf den gefüllten Teil der Flasche. Wie verändert sich dieser Klang beim Füllen der Flasche? Kannst du einen Zusammenhang zwischen dem geschlagenen und dem geblasenen Ton erkennen? Beschreibe und erkläre.

Ein Glasbläser Tipp: Benutzt Salzwasser oder Bouillon für das Füllen der Flaschen. Das verhindert Schimmelbildung, sollte das Experiment länger dauern ...

Ein Glasbläsertipp: Benutzt Salzwasser oder Bouillon für das Füllen der Flaschen. Das verhindert Schimmelbildung, sollte das Experiment länger dauern ...

**Auftrag 6:**

Wie hat dir diese Lernumgebung gefallen? Was hast du dazu gelernt?

Schreibe in dein Lerntagebuch oder dein Projektheft einen kleinen Bericht. Illustriere diesen mit deinen Zeichnungen, Skizzen und Berechnungen.

Tausche dich mit deinen Mitschüler\*innen aus. Lest euch eure Berichte vor.

- Anlage:
- *Orgelbeschreibung Sophienkirche*
  - *Eine Limonadeflasche in F-Dur*

# Die Orgel der Sophienkirche zu Berlin-Mitte

Alexander Schuke Potsdam, 1970

## Disposition

II. Schwellwerk	I. Hauptwerk	Spielhilfen
1. Gedackt 8'	12. Quintade 16'	23. II/P
2. Principal 4'	13. Principal 8'	24. I/P
3. Nachthorn 4'	14. Rohrflöte 8'	25. II/I
4. Oktave 2'	15. Oktave 4'	25a. Tremulant (II.)
5. Blockflöte 2'	16. Spitzflöte 4'	
6. Terz 1 <sup>3/5</sup> ,	17. Nassat 2 <sup>2/3</sup> ,	
7. Quinte 1 <sup>1/3</sup> ,	18. Oktave 2'	
8. Sifflöte 1'	19. Mixtur 5fach	
9. Scharff 4fach	20. Cymbel 3fach	
10. Krummhorn 8'	21. Trompete 8'	
11. Salicional 8'	22. Tremulant (I)	

## Pedal

26. Principal 16'	30. Choralbaß 4'
27. Subbaß 16'	31. Mixtur 5fach
28. Principalbaß 8'	32. Posaune 16'
29. Gedacktbaß 8'	33. Trompete 8'

## Spielhilfen:

Handregister (Auslöser), Kombination A (rot), Kombination B (weiss),  
Organo Pleno (als Knöpfe unter HW-Klavatur und Pistons links)

II/P, I/P, II/I als Pistons

Getrennte Motorschaltung, Windreduzierung durch Schwelltritt

## Hinweis:

Die Windreduzierung ist über einen Schwelltritt steuerbar, An- und Abschaltung ganz rechts oberhalb des Pedals.

Der Schalter für die Spieltischleuchte befindet sich links hinter dem Notenständer

Bei Rückfragen: Kantor Maximilian Schnaus  
schnaus@gemeinde-am-weinberg.de



## Orgelregister kombinieren

In der Orgel drin stecken viel mehr Pfeifen als ihr von außen seht. An der Orgel der Sophienkirche in Berlin siehst du von außen 91 Pfeifen. Insgesamt hat diese Orgel jedoch 2014 Pfeifen!

Alle Pfeifen sind in Reihen, den sogenannten „Registern“, zusammengefasst. Jedes Register hat eine ganz besondere Klangfarbe. Du kannst diese Farbe am Namen des Registers erahnen: Blockflöte, Nachthorn, Trompete ...

Auf den Abbildungen unten siehst du die Klangfarben der Sophienkirchenorgel. Es sind insgesamt 29 klingende Register. Dazu kommen vier Register, die Klangeffekte erzeugen und nicht selber klingen.



Die 10 klingenden Register des Hauptwerks stehen unten. Das Tremulant ist ein Klangeffekt. Die 11 Register des Schwellwerks stehen oben und werden mit der oberen Klaviatur gespielt.

Die Zahl beim Registernamen gibt die Länge der tiefsten Pfeife an, in der Regel ein C. Bei der „Spitzflöte 4“ ist die tiefste C- Pfeife somit 4 Fuß lang. Im Principal 8' Register misst die tiefste C- Pfeife 8 Fuß. „Fuß“ ist ein altes Längemaß. 1 Fuß entspricht etwa 30 cm.

Höher klingende Register haben kürzere Pfeifen. Die Spitzflöte 4' klingt somit höher als das Principal 8' Register.



Das Pedalwerk der Sophienkirchenorgel umfasst 8 klingende Register.

### Beispiele für Register / Klangfarben:

Registername	Längste Pfeife (C) in Fuß	Klangfarbe
Sifflöte	1'	Flötenregister mit zylindrischen Pfeifen von kleinem Umfang („kleiner Mensur“), hoher, scharfer und durchdringender Klang.
Blockflöte	2'	besteht aus zylindrischen Pfeifen von großem Umfang. Der Klang dieser Pfeifen ist deshalb weich und voll.
Nachthorn	4'	besteht aus offenen oder gedeckten („gedackten“), zylindrischen Metallpfeifen mit großem Umfang. Das Register hat einen weichen und leisen Klang.
Salicional	8'	klingt wie eine Weidenpfeife, weich, flötend ( <i>lat. salix – die Weide</i> ).
Prinzipial	16'	Die wichtigste Registerfamilie jeder Orgel. Besteht oft aus den nach außen sichtbaren Prospektpfeifen. Sie klingen voll, rund und kräftig.
Tremulant		Ein Klangeffekt, der die Töne „zittern“ ( <i>frz. trembler – zittern</i> ) lässt. Das Tremulant ist kein klingendes Register.

Löst nun in Partnerarbeit die folgenden Aufträge:

**Auftrag 1:**

Die Orgel der Sophienkirche hat 29 klingende Register. Der Organist möchte die Klangfarben erforschen und kombiniert immer 2 (3,4, ...) Register miteinander. Schätzt die Anzahl der möglichen Klangfarben / Kombinationen, die aus zwei Registern bestehen.

**Auftrag 2:**

Überlegt: Spielt es für den Klang eine Rolle, in welcher Reihenfolge der Organist die einzelnen Register zieht? Begründet eure Meinung und schreibt auf.

**Auftrag 3:**

Berechnet die Anzahl der möglichen Kombinationen mit 2 (3,4, ...) Registern. Stellt euren Lösungsweg nachvollziehbar dar. Tipp: Manchmal hilft eine Zeichnung oder Skizze ...

**Auftrag 4:**

Stellt eure Lösung und den Lösungsweg einer anderen Gruppe vor. Vergleicht Lösungen und Wege mit der Schätzung aus Auftrag 1. Falls notwendig: Überarbeitet eure Lösungen.

**Auftrag 5\*:**

In aller Regel kombiniert ein Organist nicht zwei beliebige Register. Meistens wählt er aus den „Werken“ der Orgel einige Register aus. Die Orgel der Sophienkircher hat drei Werke: Das Hauptwerk (HW) mit 11 Registern, das Schwellwerk (SW) mit 10 Registern und das Pedalwerk (PW) mit 8 Registern.

Der Organist der Sophienkirche wählt aus dem Hauptwerk, dem Schwellwerk und dem Pedalwerk je zwei Register: Im Haupt- und Schwellwerk soll es je ein 8´ Register („acht Fuß-Register“) und ein höheres Register sein. Im Pedal soll es je ein 16´ und ein 8´ Register sein.

Berechne die Anzahl der möglichen 6er-Kombinationen, die der Organist auf diese Weise „mischen“ kann.

Wenn du dich für Klangfarben und Register einer Orgel interessierst, so folge diesem Link:

<https://www.orgelstadt-hamburg.de/play-arp/>

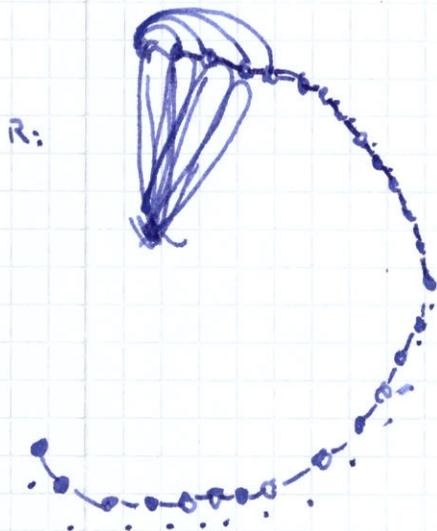
Hier kannst du auf einer Miniatur- Orgel spielen, verschiedene Klangfarben erforschen und deine Klänge sogar aufnehmen! Die Klangfarben entstammen der berühmten Barockorgel in der St. Jacobi Kirche in Hamburg.

# Die Mathematik in der Orgel

Die Sophienkirchenorgel hat 28 klingende Register.  
 Der Organist, Herr Schmeus, möchte die Klangfarben erforschen... und kombiniert immer 2 (3, 4, ...) Register

F: Berechne die Anzahl der 2er (3er, 4er...) Kombinationen

Ich schätze: 430



- 27
- + 26
- + 25
- + 24
- + 23
- + 22
- + 21
- + 20
- + 19
- + 18
- + 17
- + 16
- + 15
- + 14
- + 13
- + 12
- + 11
- + 10
- + 9
- + 8
- + 7
- + 6
- + 5
- + 4
- + 3
- + 2
- + 1

351

Das ~~Bleib~~

Es gibt 378 zweier Kombinationen

$$\begin{array}{r} 351 \\ + 27 \\ \hline 378 \end{array}$$



Hans-Kaspar Aebli unterrichtet Mathematik und Musik an der Grundschule am Arkonaplatz in Berlin Mitte. Er leitet deren Fachbereich Mathematik und ist in der Aus- und Fortbildung von Mathematik-Lehrkräften tätig.

Hans-Kaspar Aebli studierte Grundschulpädagogik am Institut Unterstrass der Pädagogischen Hochschule Zürich und Mathematik als berufsbegleitendes Studium an der FU-Berlin. Er spielt Cello und singt gerne. Sein Interesse liegt in interdisziplinären Projekten, die Mathematik mit anderen Fächern verbinden.



Susanne Barbey hat Politikwissenschaft (FU Berlin), Grundschulpädagogik (Deutsch und musisch-ästhetische Erziehung, FU und HdK in Berlin) und als Jungstudentin Musik (Oboe, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Hamburg) studiert.

Berufsbegleitend erwarb sie das Montessoridiplom der Montessori Vereinigung Aachen e.V. und studierte ein Jahr Mathematik an der FU-Berlin. Susanne Barbey unterrichtet seit 2007 an der bilingualen deutsch-französischen SESB der Grundschule am Arkonaplatz, Berlin. Sie begeistert sich für die fächer- und klassenübergreifende Arbeit und entwickelt regelmäßig entsprechende Projekte in den Bereichen Musik, Mathematik u.a.

Möchten Sie mit uns in Kontakt treten, dann gerne unter ...

Susanne Barbey [s.barbey@me.com](mailto:s.barbey@me.com) und Hans-Kaspar Aebli [aebli@grundschuleamarkonaplatz.de](mailto:aebli@grundschuleamarkonaplatz.de)