

# **Würfel für Kindliche Sinneswahrnehmung I**

**Autor:** Wenbo Sun

**Betreuung bei:** Professor Jakob Gebert

# **Inhaltsverzeichnis**

## **Kapitel 1. --Recherche**

Entwicklung der pädagogische Spielmittel

Analyse des Spielmittels auf heutigem Markt

Analyse von Spielzeuge für frühes Alter

Probleme der sensorischen Spielzeuge auf dem Markt

## **Kapitel 2. --vorlaufiges Konzept**

## **Kapitel 3. --Experiment nach Töne**

Recherche nach Musikanstrument

Recherche nach relevante Experiment als Referenz

Experiment mit Rohren und Stangen aus verschiedenen Materialien

Ergebnisse der Experiment: Verbindung zwischen Längen, Durchmesser und Frequenz der Töne

Physikalische Begriffe über Stimme (Lautheit, Frequenz, Lärm und Musik)

Passende Töne für Kinder

Experiment mit Stangen aus verschiedenen Form (gerade, gefaltet, gebogen)

Experiment nach Verbindungsmethoden(hangen, schweißen, kleben, einsetzen)

Test für Schlägel

## **Kapitel 4. --Entwicklung der innere Strukturen**

Probe

Entwicklung

Endscheidung für die innere Strukturen

Testen mit gerade Stange

Ergebnisses in Richtungsachse

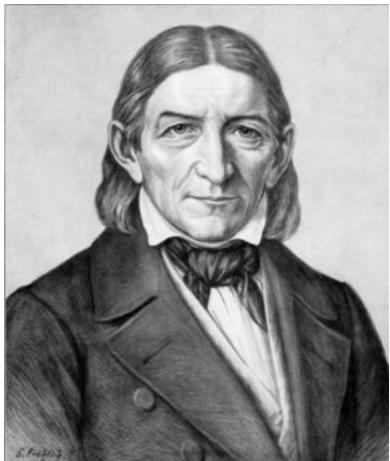
Analyse des Ergebnises

Introspektion nach Experimenten

## **Kapitel 5. --Foto der Prototypen**

# Recherche

## Entwicklung der pädagogische Spielmittel



**Friedrich Fröbel**  
(1782 - 1852)

Begründer vom Kindergarten  
Erfinder der Spielgaben

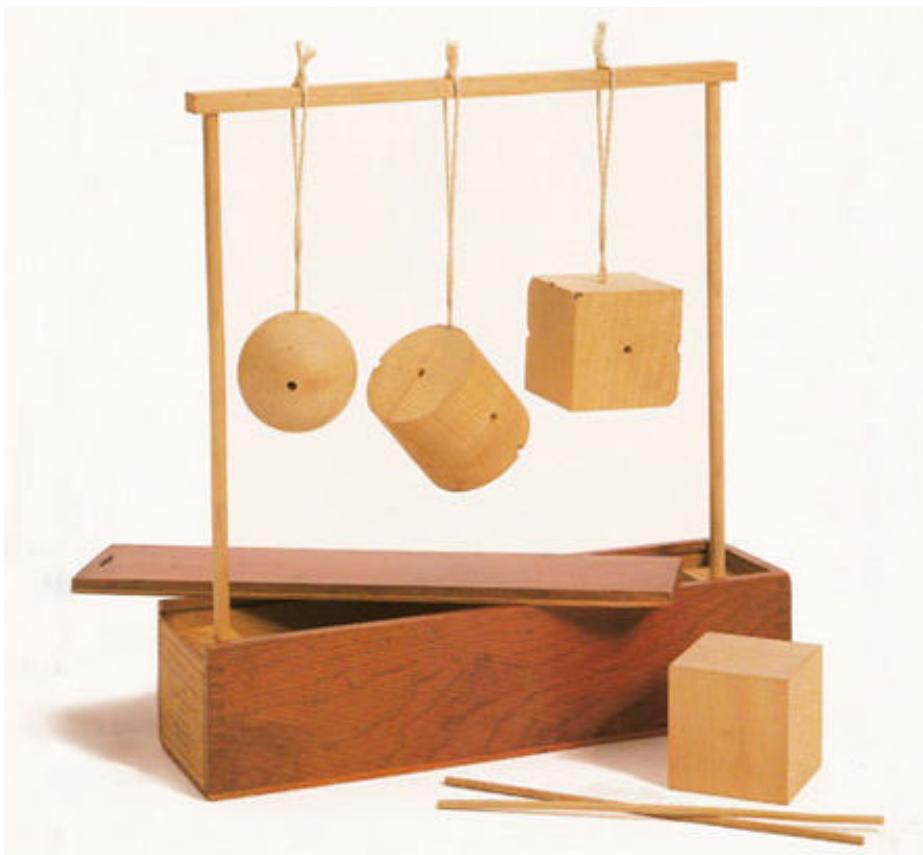
### Vorstellung des Pädagogen:

Friedrich Wilhelm August Fröbel war ein deutscher Pädagoge und Schüler Pestalozzis. Sein besonderes Verdienst besteht darin, die Bedeutung der frühen Kindheit nicht nur erkannt, sondern durch die Schaffung eines Systems von Liedern, Beschäftigungen und „Spielgaben“ die Realisierung dieser Erkenntnisse vorangetrieben zu haben. Er ist der Begründer des „Kindergartens“, der erste entstand im Jahre 1840 in Bad Blankenburg. Dieser unterschied sich von den damals bereits existierenden „Kinderbewahranstalten“ durch die pädagogische Konzeption. Damit verbunden war die Erweiterung des Aufgabenspektrums von der Betreuung zur Trias von Bildung, Erziehung und Betreuung.

### Einstellung des Pädagogen:

- Das Spielen ist der Instinkt der Kindern, der sich in der Zukunft zu Kreativität entwickelt.
- Die Erziehung der Kindern soll nicht eingeschränkt, unterdrückt oder übermäßig gefördert werden, sondern ihrer Natur und ihren instinktiven Bedürfnissen entsprechen.
- Großen Wert haben die Materialien zur Handarbeit und die Lehrmittel.

## **Spielgabe (gestaltet von Fröbel)**



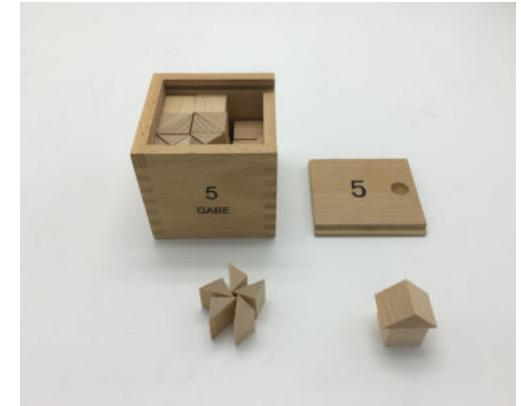
Nach der Beobachtung der Pädagoge hat er gefunden: wann die Kinder spielen, bauen die Kinder die Dingen ab, und bauen etwas neues mit den abgebauten Teile wieder auf.

Deshalb findet der Pädagoge, dass das Spielmittel zu dieser Merkmal passen müssen., und die Form allgemein und nachvollziehbar für die Kindern sein soll.



Die Spielgabe des Fröbels bestehen aus **Kugel, Zylinder und Würfel**

## heutige Spielgabe



## **Montessoripädagogik**

(ab 1907)

Montessoripädagogik ist ein von Maria Montessori ab 1907 entwickeltes und namentlich in Montessori-Schulen angewandtes pädagogisches Bildungskonzept, das die Zeitspanne vom Kleinkind bis zum jungen Erwachsenen abdeckt. Sie beruht auf dem Bild des Kindes als „Baumeister seines Selbst“ und verwendet deshalb zum ersten Mal die Form des offenen Unterrichts und der Freiarbeit. Sie kann insofern als experimentell bezeichnet werden, als die Beobachtung des Kindes den Lehrenden dazu führen soll, geeignete didaktische Techniken anzuwenden, um den Lernprozess optimal zu fördern. Als Grundgedanke der Montessoripädagogik gilt die Aufforderung „Hilf mir, es selbst zu tun“.

### **Meinung der Montessori-Lehrer und -Pädagogen:**

- Montessori-Lehrer und -Pädagogen sind der Meinung, dass Kinder am besten in ihrem eigenen Rhythmus und in ihrer eigenen Art lernen. Kinder werden dazu ermutigt, das Tempo, das Thema und die Wiederholung der Lektionen selbstständig zu steuern.
- Jedes Kind hat einen natürlichen Drang alles zu berühren, zu riechen, zu schmecken. Montessori leitet aus dieser Beobachtung ihre Erkenntnis ab, dass der Zugang zum kindlichen Denken nicht auf abstraktem Wege, sondern grundsätzlich über die Sinne des Kindes erfolgt.

Aufbauend auf dieser Erkenntnis entwickelt Montessori ihre Lehrmaterialien, die grundsätzlich immer die kindlichen Sinne ansprechen.



## Montessori-Lehrmaterialien



- Das Lern-Material gliedert sich bei Montessori in fünf Lernbereiche:

Übungen des täglichen Lebens  
Sinnesmaterial  
Mathematikmaterial  
Sprachmaterial  
Material zur kosmischen Erziehung

# Beispiele des Montessori-Spielzeugs

## Fühlmemo



Farbzuordnung

Tastsinn

Eigenschaften verschiedener Oberflächen

ab 3 Jahren

## Rote Stangen



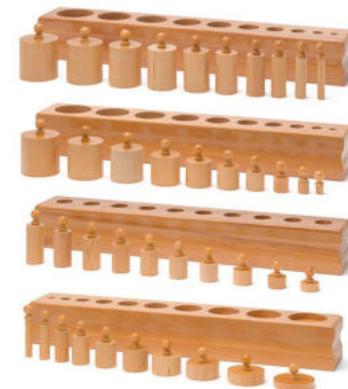
Förderung der Motorik

Wortlektionen zu "lang und kurz"

Vorbereitung auf das Zählen und Erstrecken

ab 3 Jahren

## Einsatzzylinder



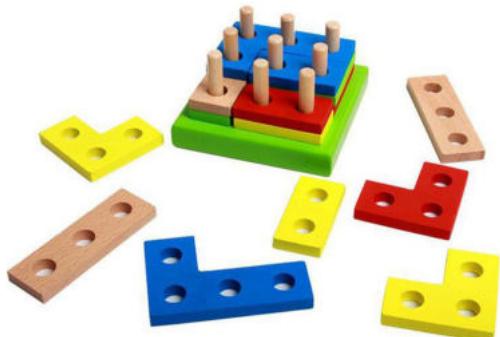
Sinn für Körpergrößen und entsprechende Hohlräume

Wortlektionen zu "dick/dünn" und "lang/kurz"

Schreibhandmotorik

ab 3 Jahren

## Geometrie Montage Baustein



Farbe, Form erlernen

Kognitiv fördern

2-4 Jahre

## Activity Clock



Zahlen und Uhr erlernen

5-7 Jahre

## Schattierungen Sortierbrett mit Formen und Stäben

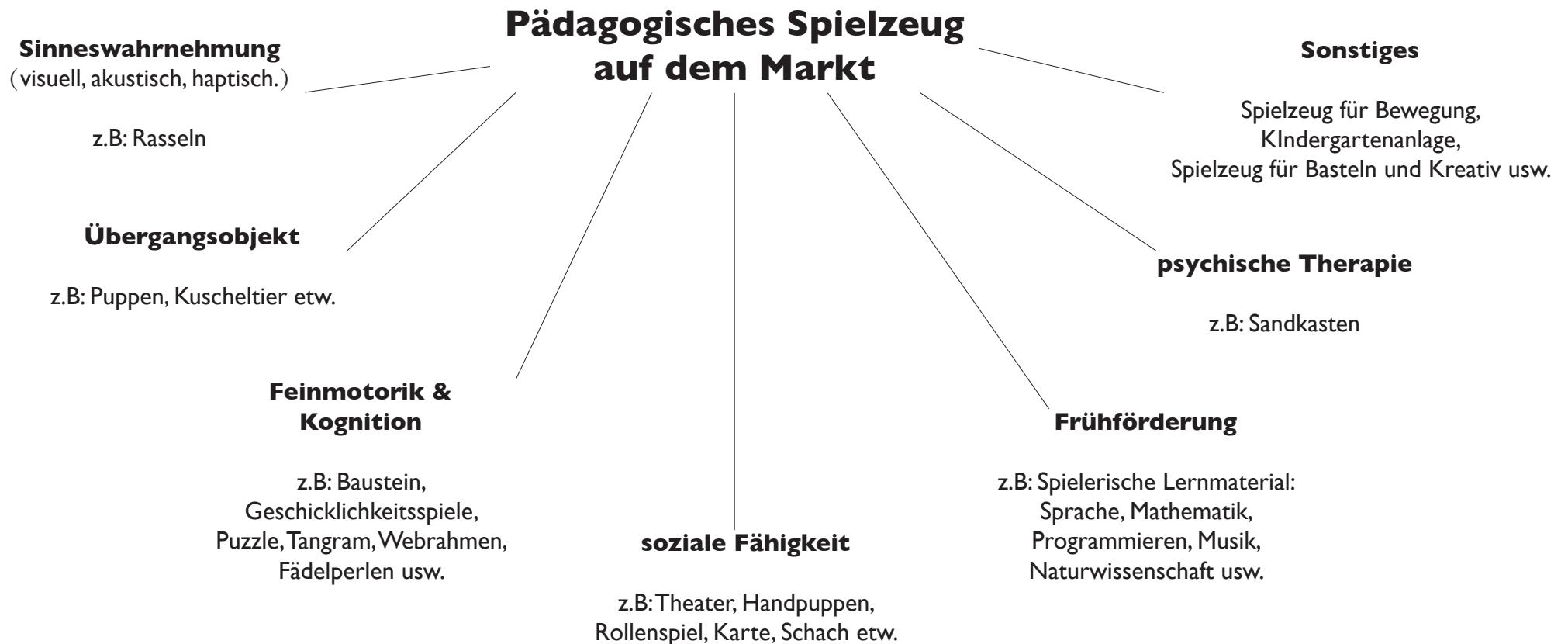


Motorik und Farbschattierungen erlernen

ab 2 Jahren

# Recherche

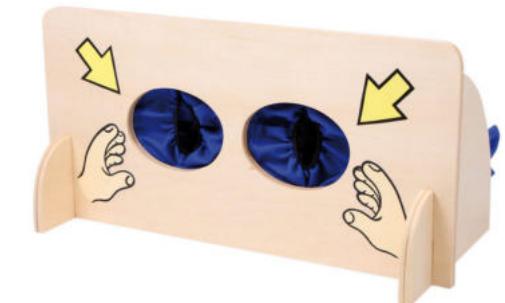
## Heutiges pädagogisches Spielmittel——Analyse des Markts



Die pädagogische Spielzeug auf dem Markt haben mehr Arten und Sorten als obere Zusammenfassung. Ich kann nicht alle Spielzeug aufzählen und analysieren, deshalb habe ich nur die häufigste Arten darstellt und analysiert.

## Sinneswahrnehmung

Das Spielzeug, das die kindliche Sinneswahrnehmung fördert, provoziert oft die Tastsinn und die Hörsinn, z.B die Klötze mit bucklicher Oberfläche, die Bälle mit unterschiedliche Muster und die Rassel mit Perlen in der Mitte. Mit folgender Fotos werden ein paar Vertreter solcher Spiezeuge dargestellt.



## Übergangsobjekt

Während die Kinder groß werden, werden die Kinder seelisch allmählich von den Eltern getrennt. Und kriegen sie langsam Unabhängigkeit. Im diesem Prozess nehmen die Kinder psychologischen Stress und Schmerz auf. Durch das Spiel mit Puppen und Kuscheltiere bekommen die Kinder eine Rolle wie Eltern und haben sie danach eine Autonomie. Dadurch können die Kinder die Distanz zwischen Kinder und Eltern steuern und eigene "Traum" durch die Erfahrung der Puppen realisieren. Die Puppen und die Kuscheltiere sind Übergangsobjekte für schmerzhaften unabhängig werdenden Prozess im frühen Alter des Kinders.



## Feinmotorik & Kognition

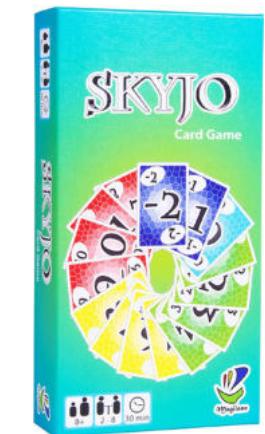
Viele alltägliches Spiezeug hat die Funktion für Feinmotorik und Kognition, zB unterschiedliche Bausteine, Tangram, Puzzle, Jenga, Webrahmen und Fädelperlen.



## soziale Fähigkeit

Nachdem die Kinder groß werden, können die Spielzeuge, die Feinmotorik trainieren, die neuen Bedürfnisse der Kinder nicht mehr erfüllen. Die Spielzeuge, die soziale Fähigkeit der Kindern fördern können, spielen dann eine wichtige Rolle im Leben der Kindern. Durch diese Spiele verstehen die Kinder soziale Beziehungen, suchen sie eine Stelle für sich selbst in einer Gesellschaft, und lernen sie Zusammenarbeit und Konfrontation mit anderen. Insbesondere üben sie Überredungskunst und Tricks, was man in der Schule nicht unterrichtet.

Folgende Bilder sind Spielzeuge, die soziale Fähigkeit der Kindern fördern können: Theater, Handpuppen, Rollenspiel, Karte, Schach etc .

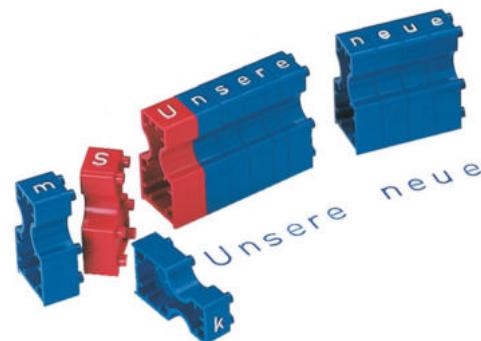


# Frühförderung

Spielerische Lernmaterial

Unter allen Spielzeugen haben einige Spielzeuge einen stärkeren Bildungszweck. Ich sortiere sie als Spielerisches Lernmaterial.

Die "Spiezeuge" fördern die Kinder Wörter richtig zu buchstabieren, Addition und Subtraktion richtig zu rechnen, Pflanzenwuchs zu beobachten und sogar basis Programierung zu lernen.



## psychische Therapie

Ein interessantes Phänomen in der letzten Jahren ist, dass die Kalender von Kindern immer voller werden und es immer mehr Lernspielzeuge gibt. Die Erwartungen der Eltern sind überall im Spielraum zu sehen. Immer mehr Kinder müssen spielen, um Stress abzubauen. Es gibt viele Produkte auf dem Markt, wie Sandtische und Kupferschalen, die Funktionen von seelischer Heilen haben.



## Extra Analyse von Spielzeug für frühes Alter

12 Monate—3 Jahren+

Von 0 bis 3 Jahren ist es eine wichtige Zeitraum für die sensorische Entwicklung der Kindern. Für diese Altersgruppe gibt es zahlreiche Spielzeuge, die die Entwicklung der Sinneswahrnehmung der Kindern fördern. Ein paar Beispiele sind Sandhämmer, Rasseln und Klötze mit unterschiedlicher Form. Ich habe mehrere repräsentative Spielzeuge recherchiert und die Möglichkeit für die Entwicklung und Optimierung der Spielzeige analysiert.



## **Problem:**

Nach der Recherche habe ich bemerkt, dass die oben genannte Spielzeuge ein paar Nachteile haben:

1. Die Geräusche der Spielzeuge sind eintönig und irregulär.
2. Die haptische Spielzeuge bestehen aus einzelnes Material wie Gummi oder Plastik. Die Kinder bekommen ein haptisches Gefühl durch die bucklige Muster auf der Oberfläche. Es ist aber kein echtes Gefühl in der echten Umwelt.
3. Ein Spielzeug fördert eine sensorische Entwicklung. Man Muss mehrere verschiedene Spielzeug kaufen, um die Entwicklung von aller Sinnen zu fördern.

## **Warum sollen die Sinneswahrnehmung gefördert werden?**

Die Förderung der Sinneswahrnehmung ist besonders wichtig in früher Alter der Kindern. Alle Sinne verbinden das Gehirn. Eine passende Reize für die Sinne fördert das Entwicklung des Gehirns. Eine allgemeine Zustimmung der Wissenschaftler und der Pädagoge ist, dass eine Förderung der Sinneswahrnehmung ist hilfreich für das Vernetzen der Neuron im Gehirn, was verbessert die Lernfähigkeit der Kindern und reduziert den Stress beim Lernen.

## **Zielgruppe:**

1. Kinder von zwei bis vier Jahre alt, im Stadium der sensorischen Entwicklung, die die Umwelt mit Augen, Händen und Ohren entdecken wollen.
2. Die Eltern, die frühe Erziehung für Kinder als wichtig erachten.
3. Die Eltern, die eine minimalistische Lebenseinstellung und Vorliebe von natürliche Materialien haben.

# Konzept

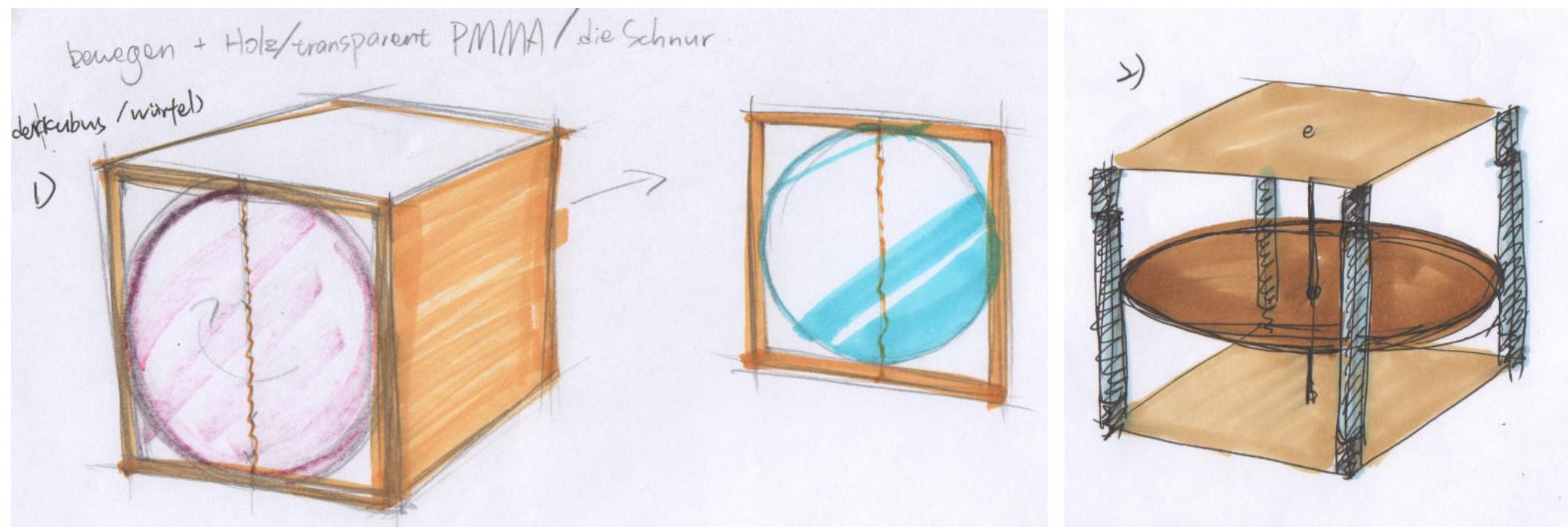
In der früheren Phase der Konzept habe ich viel über die Form und das Material nachdenken. Basis auf Fröbels Theorie sind meine Form allgemeine und nachvollziehbar für Kinder: Dreieck, Würfel, Quater. Außerdem habe ich noch ein paar simpele Form hinzufügt: Brücken, Kreuzung und halber Zylinder. Die Klötze bestehen aus viele Materialien, damit die Kinder unterschiedliche taktile Gefühle beim Spiel haben.

Ziel der Konzept : Sinneswahrnehmung, Motorik sowie die Hand-Augen-Koordination und die Kreativität verbessern.

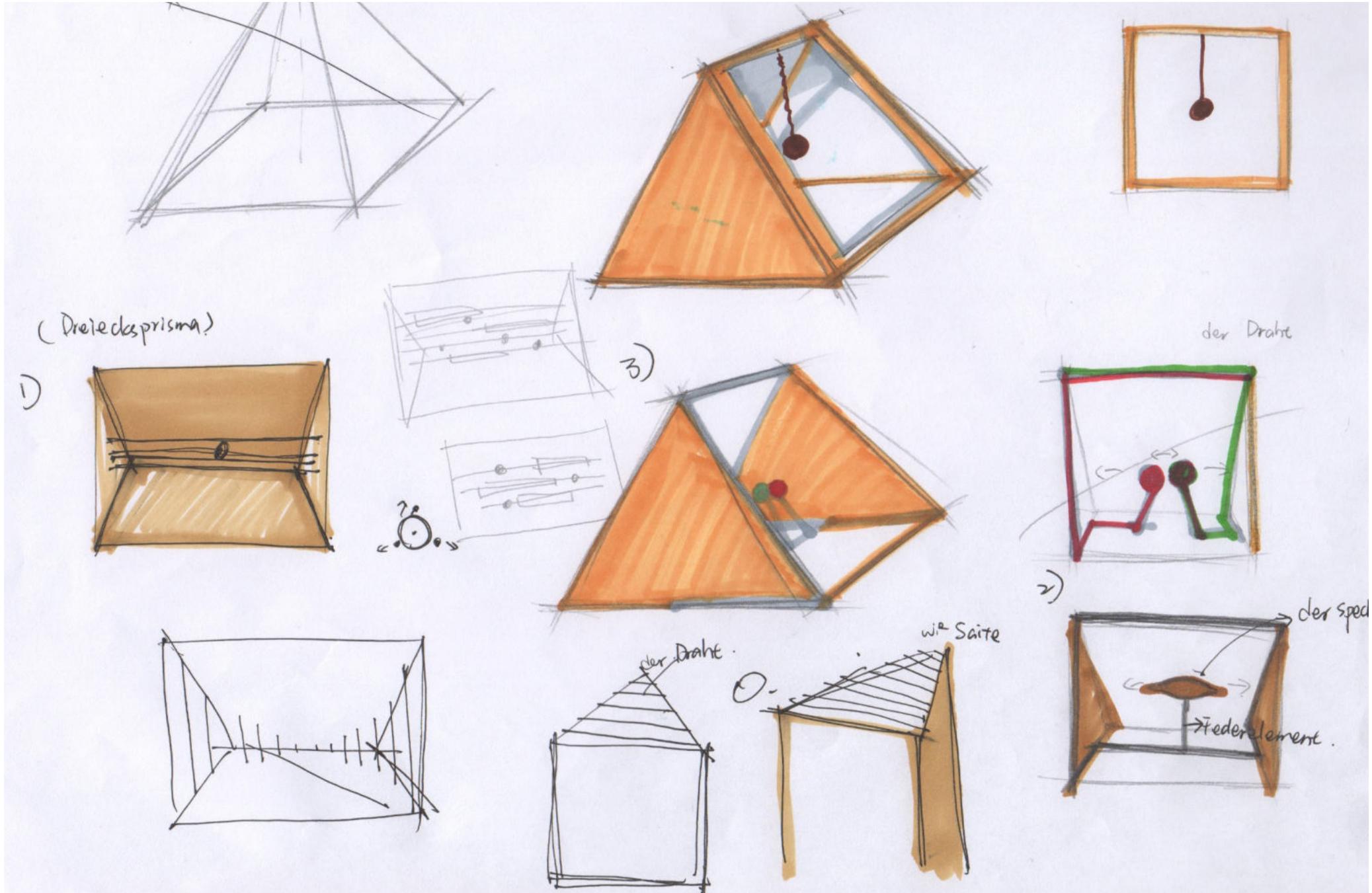
## Vorläufige Skizze

Die vorläufige Konzept hat die sportliche Möglichkeiten berücksichtigt: Der Würfel hatte zwei durchscheinende Scheiben, die als Frontseite und Rückseite des Würfels funktioniert. Wenn die Kinder die drehbare Scheiben blasen, drehen die Scheiben. Die Farben der Scheiben überlappen sich. Und viele interessante visuelle Effekte werden hervorgebracht. Aber für die Sicherheit habe ich endlich eine geschlossene Form entschieden und dieses Konzept aufgegeben.

Die Klang Würfel hatte auch offene Form. Die akustische Rohren, war die unterstützende Struktur der Klötzen. Die Holzscheibe wurde in der Mitte als Schlägel aufgehängt.



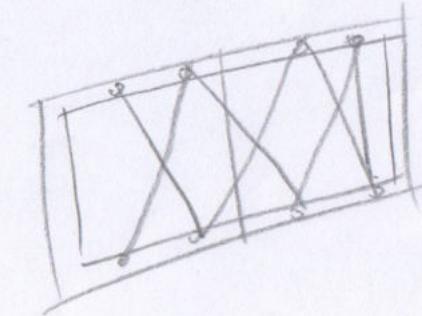
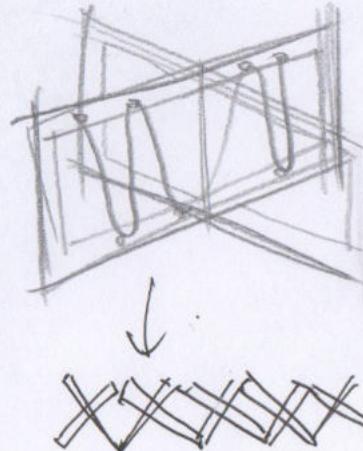
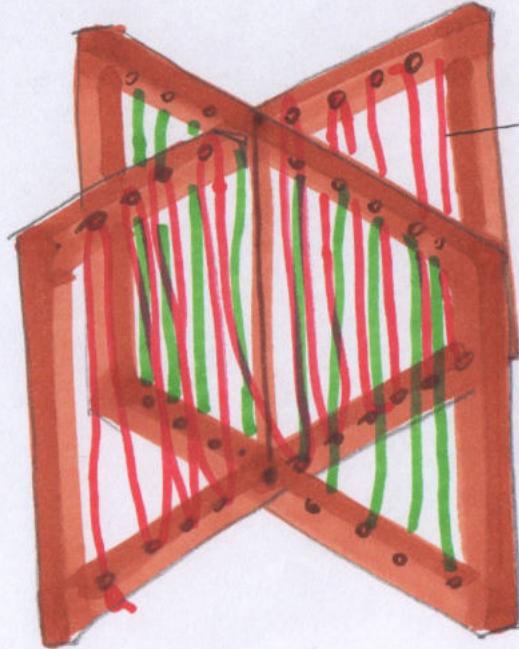
Für das Prisma habe ich nach Möglichkeiten gesucht, wie die Klötze Klang machen. Die Bällchen schlagen sich innerer Klötze? Klavier Saite werden in Klötze eingesetzt? Ein Spech die Holzwand der Klötze pickt?



Unregelmäßige.

die. Schnur

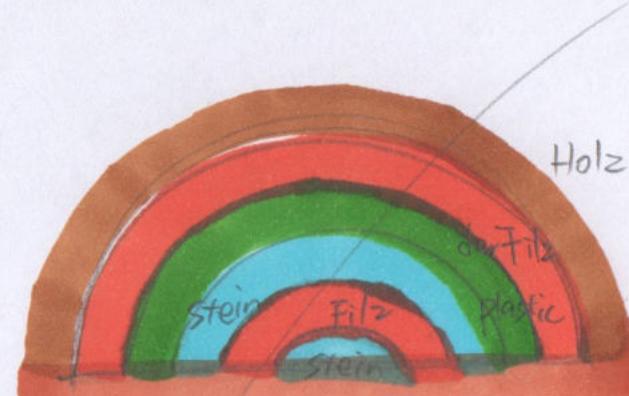
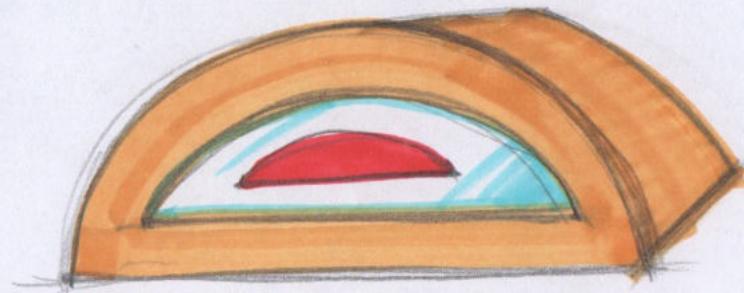
zaden.

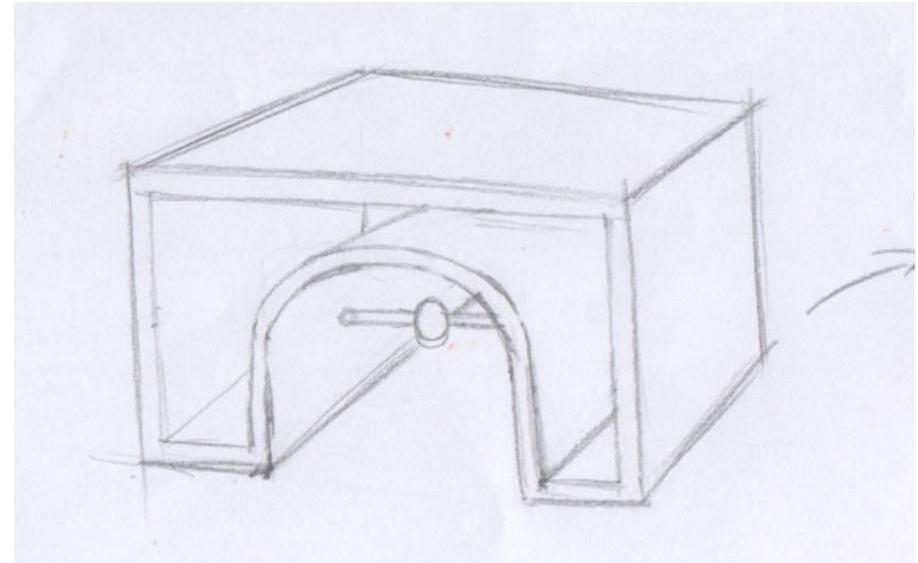
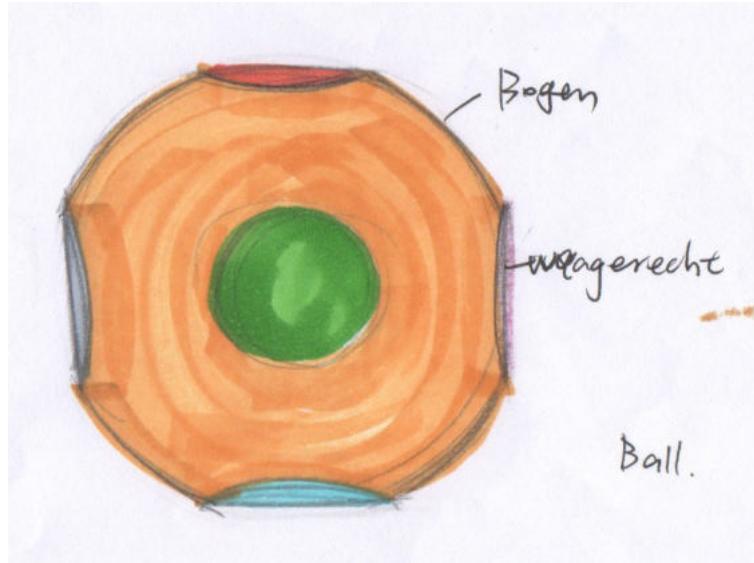


Gartenzaunen.

Die vorläufige Idee von kreuzförmige Klotz war einen Rahmen, mit dem Kinder individuelles Muster weben kann. Durch die Bewegung mit Strickwolle wird Entwicklung der Feinmotorik von Kindern gefördert. Die Form von diesem Klotz entwickelt sich im weitere Schritte der Designprozess. Aber die Löcher für Stickwolle bleiben da.

Halbkreisförmig.

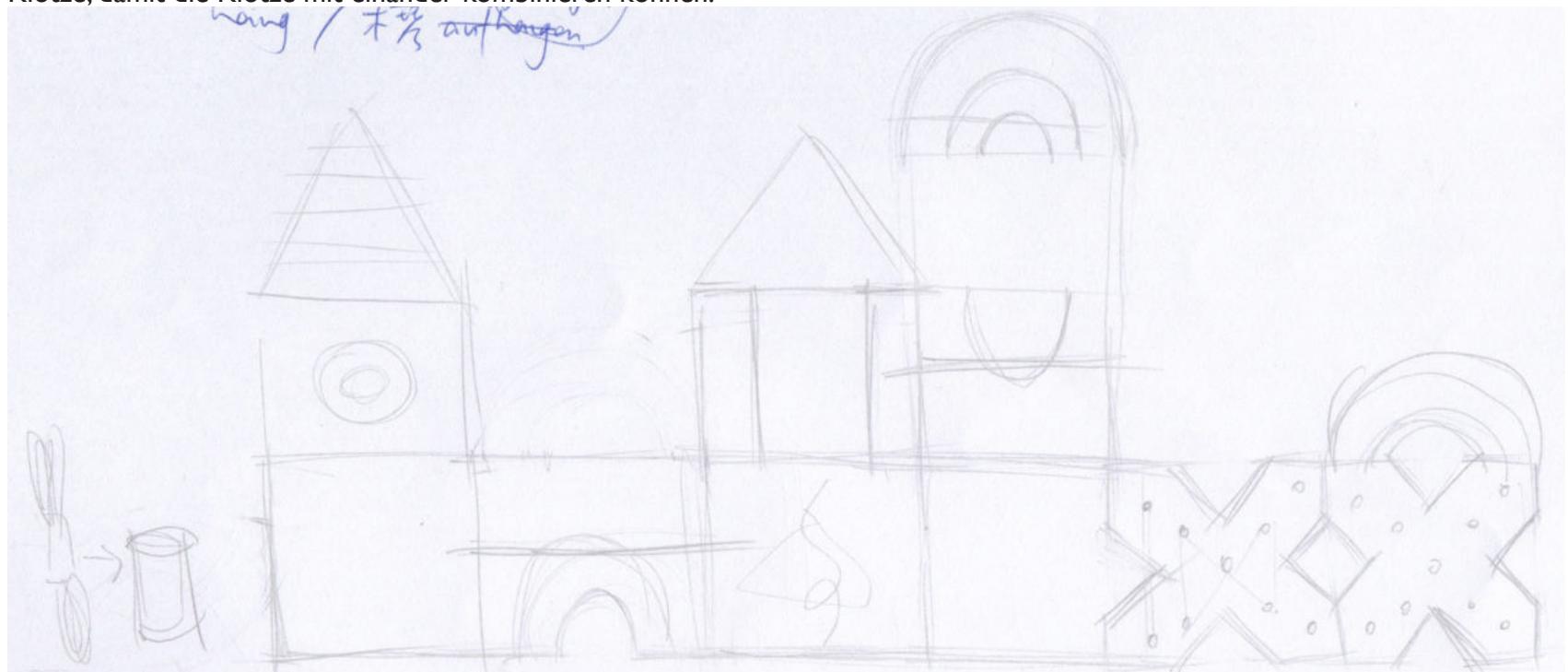




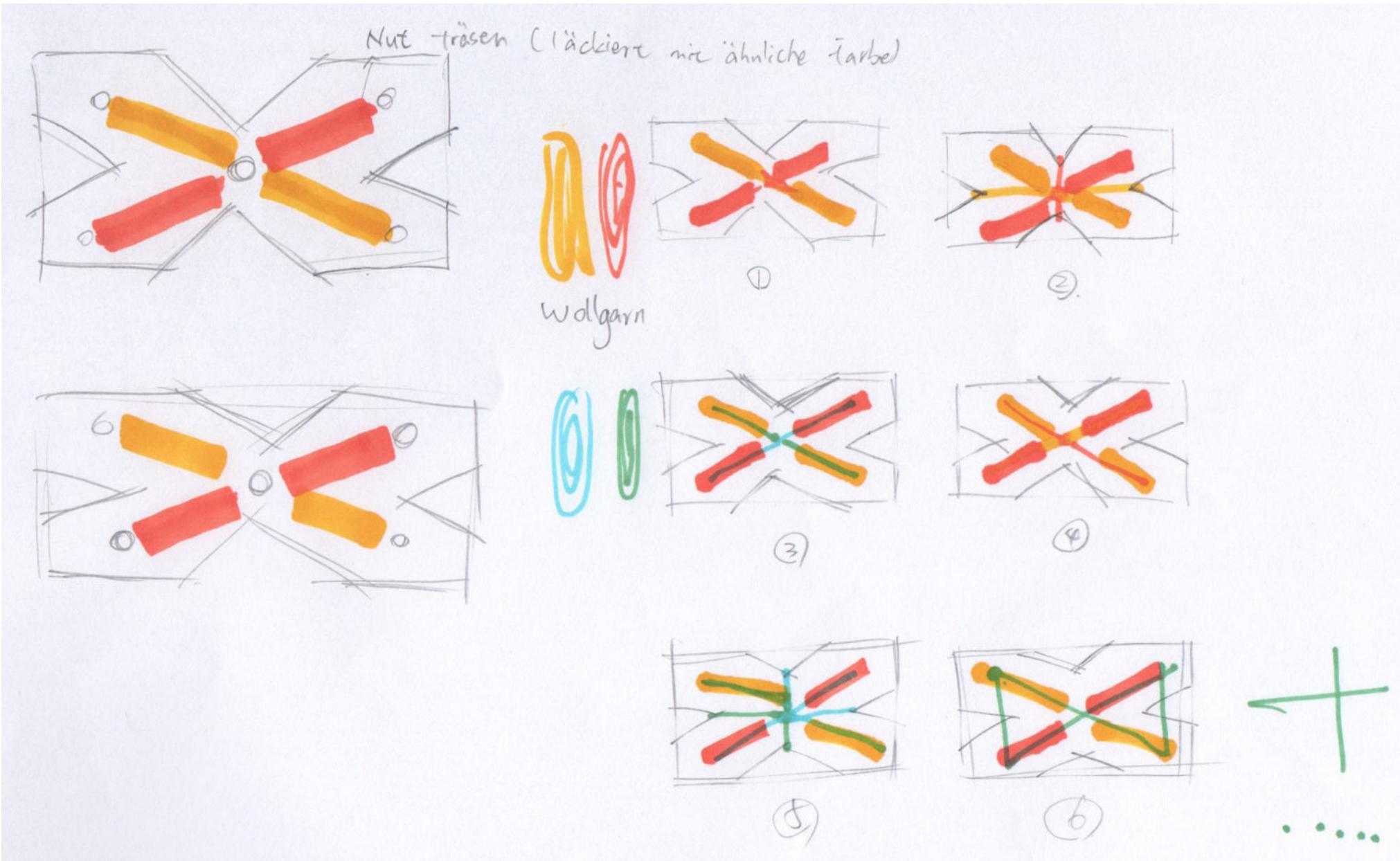
### Kombination

Die Länge und die Breite der Klötze sind gleich, und die Höhe der Kreuzförmige und die Brücke sind die Hälfte der anderen Klötze, damit die Klötze mit einander kombinieren können.

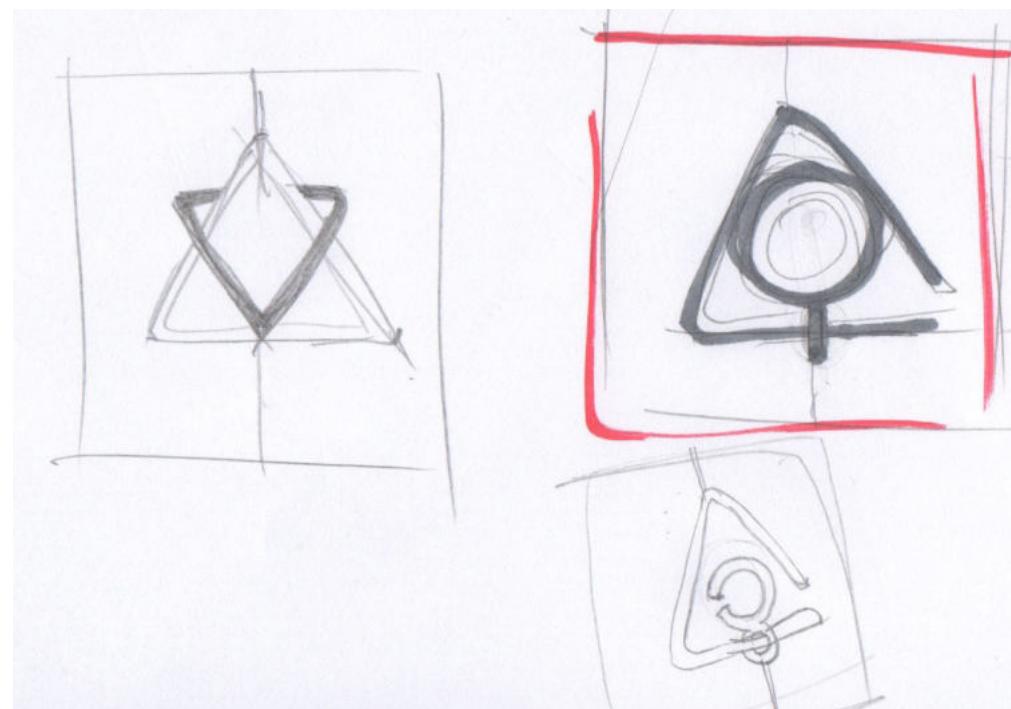
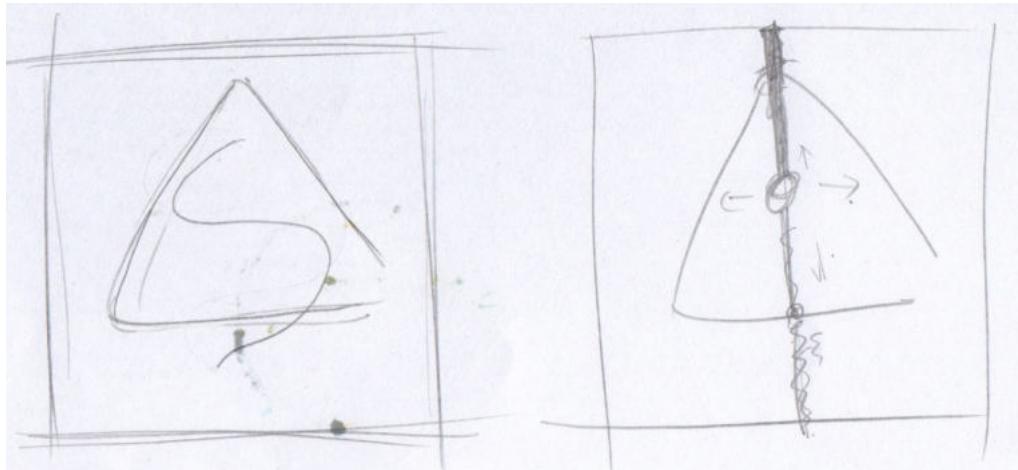
wrong / ~~oder auf Kugeln~~



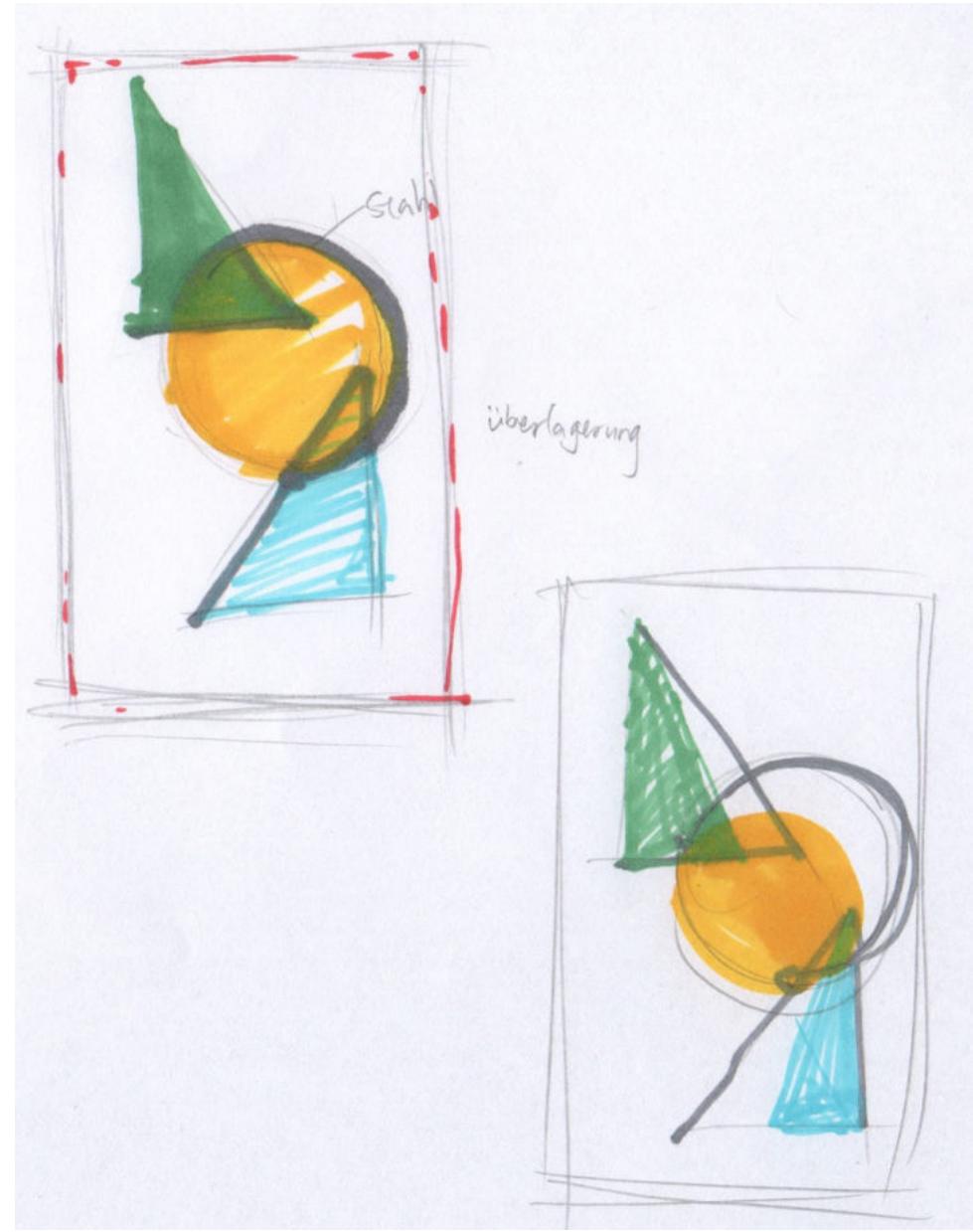
## Entwicklung des kreuzförmiges Klotz



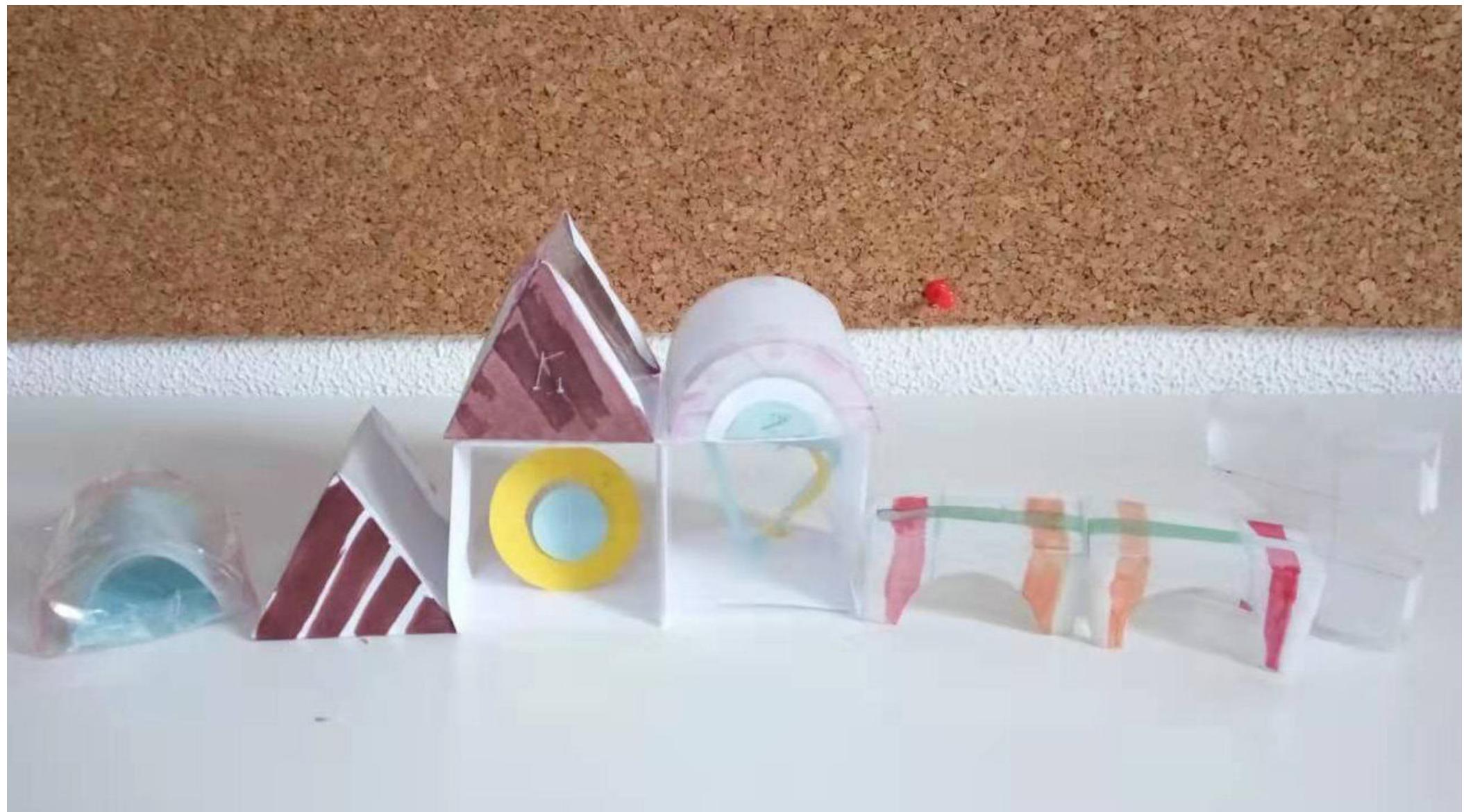
## Entwicklung des Würfels



## Entwicklung der Überlagerung der Farben



**Mockup der vorläufige Ideen**



# **Recherche 2——Experiment nach Töne**

## **Ziel der Experiment:**

Das Prinzip der Erzeugung des Klangen zum Verstehen

Die innere Strukturen, die Töne mit bestimmte Frequenz erzeugen können, in Würfel aufbauen

## **Prozess der Experiment :**

Recherche nach Musikinstrument

Physikalische Begriffe über Stimme (Lautheit, Frequenz, Lärm und Musik)

Passende Töne für Kinder

Recherche nach relevante Experiment als Referenz

Experiment mit Rohren und Stangen aus verschiedenen Materialien

Ergebnisse der Experiment:Verbindung zwischen Längen, Durchmesser und Frequenz der Töne

Experiment mit Stangen aus verschiedenen Form (gerade, gefaltet, gebogen)

Experiment nach Verbindungsmethoden(hangen, schweißen, kleben, einsetzen)

Test für Schlägel

# **Recherche nach Musikinstrument**

## **Arten von Musikinstrumenten:**

Das Streichinstrument: das Klavier, die Geige, die Gitarre usw.

Das Blasinstrument: die Klarinette, die Oboe usw.

Das Schlaginstrument: die Trommel, der Triangel usw.

## **Das Prinzip der Erzeugung des Klangen:**

Klänge werden durch Vibrationen der Saiten erzeugt.

Klänge werden durch Vibrationen der Luftsäulen im Instrument erzeugt. (Blasinstrumente

erzeugen unterschiedliche Tonhöhe durch die Veränderung der Länge der Luftsäulen)

Klänge werden durch Vibrationen des geschlagene Teil erzeugt.

## **Grundstruktur von Musikinstrumenten:**

Das Auflager: Damit können die Saiten/ Streifen/ Scheiben beben und Klänge machen.

Der Teil zum Schlagen (nicht notwendig--bei z.B Gitare, Klavier..)



Der Teil für Vibrationen: Saiten/ Streifen/ Scheiben, die beben und Klänge machen können.

Der Teil für Resonanz: Körper des Instrument, die aus harte Materialien besteht (in übliche Bedingungen ist Hart holz oder Metal), und die Töne verstärken können. (nicht notwendig aber hilfreich)

# **Physikalische Begriffe über Ton**

Schall ist eine Welle, die durch die Schwingung eines Objekts erzeugt wird. Wenn ein Objekt vibriert, wird es von Schallwellen begleitet. Wenn der Objekt nicht mehr vibriert, stoppt auch die Schallwelle. Die Schallwellen (Frequenz zwischen 20 Hz und 20000 Hz), die vom menschlichen Ohr erkannt werden können, werden als Schall bezeichnet.

## **Frequenz**

### **Definition:**

Die Häufigkeit, mit der ein Objekt in einer Sekunde vibriert, wird als Frequenz bezeichnet. Die Einheit ist Hz.

### **Die Beziehung zwischen Frequenz und Tonhöhe:**

Je höher die Tonhöhe ist, desto höher ist die Frequenz; je niedriger die Tonhöhe ist, desto niedriger ist die Frequenz.

## **Lautheit**

### **Definition:**

Subjektives Gefühl der Menschen über die Intensität des Schalls. Die Einheit ist: dB.

### **bestimmende Faktor der Lautheit:**

Die Lautstärke wird durch die „Amplitude“ und den Abstand zwischen die Person und die Schallquelle bestimmt. Je größer die Amplitude ist, desto größer ist die Lautstärke. Je kurzer der Abstand zwischen der Person und der Schallquelle ist, desto größer ist die Lautstärke.

## **Tonhöhe (pitch)**

Die Tonhöhe werden durch Frequenz bestimmt, je höher die Frequenz ist, desto höher ist der Ton.

## **Klangfarbe**

Klangfarbe ist die Form von Schallwelle.

### **Grundton:**

Grundfrequenz, auch Grundschwingung oder Grundton genannt, ist ein Begriff aus der Schwingungslehre, Akustik bzw. Elektrotechnik, der die tiefste (unterste) Frequenz in einem Gemisch harmonischer Frequenzen bezeichnet.

Wenn ein Hörer einem musikalischen Klang bzw. Instrument eine Tonhöhe zuordnen kann, wird die wahrgenommene Tonhöhe durch den Grundton und damit die Grundfrequenz beschrieben.

### **Oberton:**

Obertöne (auch Partial- oder Teiltöne, seltener Aliquotöne, Nebentöne oder Beitone) sind die neben dem Grundton mitklingenden Bestandteile nahezu jedes instrumental oder vokal erzeugten musikalischen Tons. Ein solcher ist nämlich fast immer im akustischen Sinne gar kein Ton (Sinuston), sondern ein Klang oder Tongemisch, also ein Schallereignis, das sich vorrangig aus mehreren sinusförmigen Teiltönen zusammensetzt. Der tiefste Teilton wird Grundton genannt und bestimmt in den meisten Fällen die wahrgenommene Tonhöhe, während die übrigen Teiltöne, die Obertöne, die Klangfarbe beeinflussen.

### **Harmonische:**

Bei vielen Musikinstrumenten, insbesondere bei Aerophonen wie der Querflöte und Chordophonen wie der Violine oder der Gitarre sind die Frequenzen der Obertöne annähernd ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz. Das bedeutet, dass einem Grundton mit der Frequenz 440 Hz Obertöne mit Frequenzen von zirka 880 Hz oder zirka 4400 Hz beigemischt sein können. Derartige Teiltöne, deren Frequenzen ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz sind, bezeichnet man auch als Harmonische.

## **Resonanz**

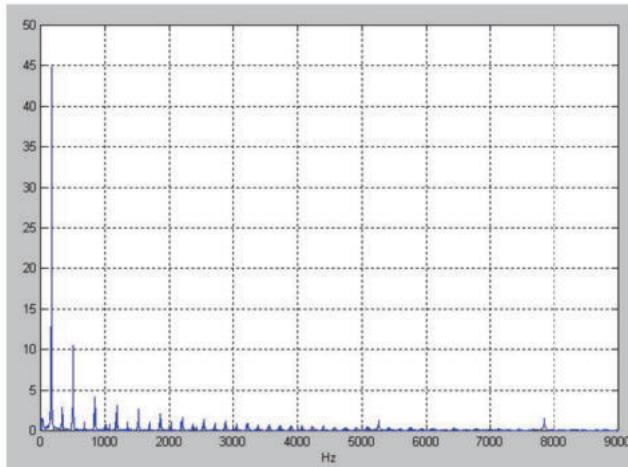
Resonanz ist in Physik und Technik das verstärkte Mitschwingen eines schwingfähigen Systems, wenn es einer zeitlich veränderlichen Einwirkung unterliegt. Dabei kann das System um ein Vielfaches stärker ausschlagen als beim konstanten Einwirken der Anregung mit ihrer maximalen Stärke. Bei periodischer Anregung muss die Anregungsfrequenz oder ein ganzzahliges Vielfaches davon in der Nähe einer Resonanzfrequenz des Systems liegen. Das Phänomen kann bei allen schwingfähigen physikalischen und technischen Systemen auftreten und kommt auch im Alltag häufig vor. Resonanzen werden in der Technik oft ausgenutzt, um eine bestimmte Frequenz herauszufiltern oder zu verstärken.

### **Die Beziehung zwischen Resonanzhohlraum und Wellenlänge:**

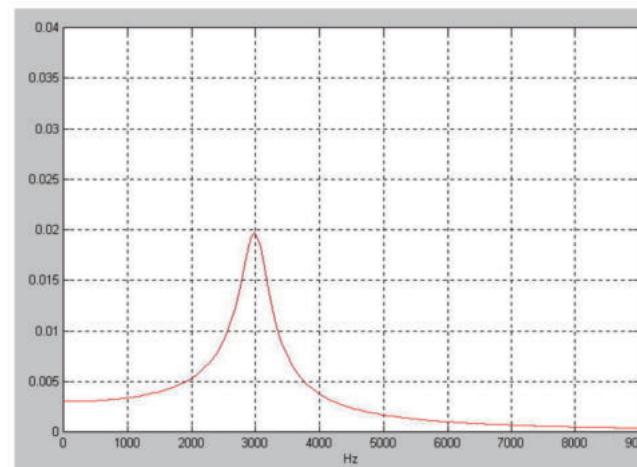
Wenn die Länge der Luftsäule im geschlossenen Rohr einem ungeraden Vielfachen der Länge von  $1/4$  Schallwelle entspricht, ist der Effekt der Resonanz am besten. Wenn die Länge der Luftsäule im offenen Rohr eine Vielfache der Länge der Halbschallwelle entspricht, ist der Effekt der Resonanz am besten. Wenn die Länge der Schallwelle anders ist, gibt es auch Resonanz. Die Resonanz eines nicht röhrenförmigen Resonanzhohlraums ist komplizierter. Deshalb zeigt man ihn mit einer Resonanzkurve wie im folgenden Beispiel.

## Beispiel - der Verstärkungseffekt der Resonanz:

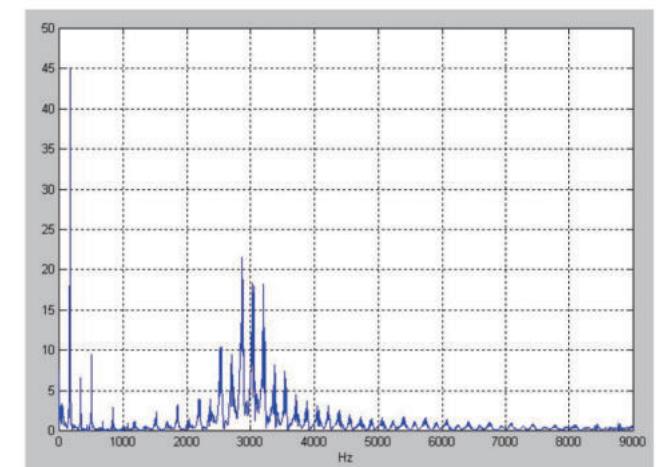
Die anfängliche Welle der Schwingung von Feststoff ist ungefähr wie auf folgendem Bild: Die Abszisse zeigt die Frequenz des Schalls, und die Ordinate zeigt die Amplitude. Man kann es sehen, die Grundfrequenz am stärksten ist (etwa 167 Hz) und die Obertöne mit höherer Frequenz sind viel schwächer.



Der Schall hat sich nach dem Durchgang durch den Resonanzhohlraum (Rohr) viel geändert. Der Resonanzhohlraum hat die Welle mit der Frequenz auf folgendem Bild verstärkt. Hier wird es mit einer Resonanz Kurve gezeigt.



Wenn man die zwei Bilder überlappt, kriegt man das Ergebnis:  
Der Oberton wurde mit die Frequenz um 3000 stark verstärkt.



# Passende Töne für Kinder

Um die Sicherheit des Geräusches von Spielzeug zu gewährleisten, haben alle Länder strenge Beschränkungen für den Schalldruck von Spielzeug. Bevor ich die Sicherheit Norm erwähnen, will ich erstens den physikalische Begriff Schalldruck kurz erklären.

Mit der Tabelle zeige ich den Schalldruck von ein paar alltäglichen Geräuschen. Mit dieser Daten kann man den Intensität von bestimmten Schalldruck vermuten.

## Schalldruck

### Definition:

Als Schalldruck werden die Druckschwankungen eines kompressiblen Schallübertragungsmediums (üblicherweise Luft) bezeichnet, die bei der Ausbreitung von Schall auftreten. Diese Druckschwankungen werden vom Trommelfell als Sensor in Bewegungen zur Hörempfindung umgesetzt.

Die SI-Einheit des Schalldrucks, ebenso wie des Drucks, ist das Pascal mit dem Einheitenzeichen Pa. Aus dem Effektivwert des Schalldrucks lässt sich der Schalldruckpegel in dB berechnen.

## Schalldruck in Luft

(Zum Vergleich, statischer Luftdruck auf Meereshöhe: ca. 100 kPa)

Schallquelle und Situation (Entfernung)	Schalldruck $\tilde{p}$ (Effektivwert) (in Pascal)	Schalldruck- pegel $L_p$ dB re 20 $\mu$ Pa
M1 Garand–Gewehr (1 m)	5000	168
Strahlflugzeug (30 m)	600	150
Schmerzschwelle	100	134
Gehörschäden bei kurzfristiger Einwirkung	20	ab 120
Strahlflugzeug (100 m)	6 ... 200	110 ... 140
Presslufthammer (1 m); Diskothek	2	100
Gehörschäden bei langfristiger Einwirkung mehr als 8 Stunden täglich	0,6	ab 90
Hauptverkehrsstraße (10 m)	0,2 ... 0,6	80 ... 90
Pkw (10 m)	0,02 ... 0,2	60 ... 80
Fernseher in Zimmerlautstärke (1 m)	0,02	ca. 60
normale Unterhaltung (1 m)	$2 \dots 6 \cdot 10^{-3}$	40 ... 50
sehr ruhiges Zimmer	$2 \dots 6 \cdot 10^{-4}$	20 ... 30
Blätterrauschen, ruhiges Atmen	$6 \cdot 10^{-5}$	10
Hörschwelle bei 1 kHz	$2 \cdot 10^{-5}$	0

## Ergenzung des Schalldrucks von klingendem Spielzeug

Norm für Schalldruck der Handheld Spielzeuge: ISO 3764

Die Norm für Schalldruck der Spielzeug in China: Das kontinuierliche Geräusch des Nahohrspielzeug muss unter 65dB sein. Und das kontinuierliches Geräusch der anderen Spiezeuge muss unter 85dB sein.

Um den Schalldruck der Spielzeuge richtig zu messen, müssen Fachleute die Messung durchführen. Die Apps zur Lärmmeßung reicht im diesem Fall nicht aus.

Art des Spiezeugs	europäische Norm		amerikanische Norm	
	Max. dB	Distanz	Max. dB	Distanz
Nahohrspielzeug- Kontinuierliches Geräusch	80dB(LpA)	2.5cm	65dB (Leq)	50cm
Nahohrspielzeug- Impulsgeräusch	90dB(LpA)	Steckverbinder	95dB(LC peak)	50cm
Rassel Spielzeug	110dB(LpCpk) 85db(LpA)	50cm	115 dB (LC peak)	50cm
Quietsche Spielzeug	110dB(LpCpk) 85db(LpA)	50cm	N/A	N/A
Ohrstöpsel	80dB(LpA)	50cm	N/A	N/A
Handspielzeug, Tischspielzeug, Bodenspielzeug	110dB(LpCpk)	50cm	85dB (Leq)	50cm
Sonsitge Spielzeug- Kontinuierliches Geräusch	N/A	N/A	85dB (Leq)	50cm
Sonsitge Spielzeug (Außer explosives Spielzeug)- Impulsgeräusch	110dB(LCpk)	50cm	115dB	50cm

# Recherche nach relevante Experiment von anderen als Referenz

Ich habe ein paar relevante Prüfberichte durchlesen, um die unnötige Prozesse in meiner Experiment zu vermeiden und die Fragen zu beantworten: Wie erzeugen die Instrumente die Klänge? Welche Faktoren haben Verbindung mit der Tonhöhe? Wie erhältet man Töne mit unterschiedlichen Tonhöhen?

Im folgende Kontext stelle ich die hilfreiche Ergebnisse dar.

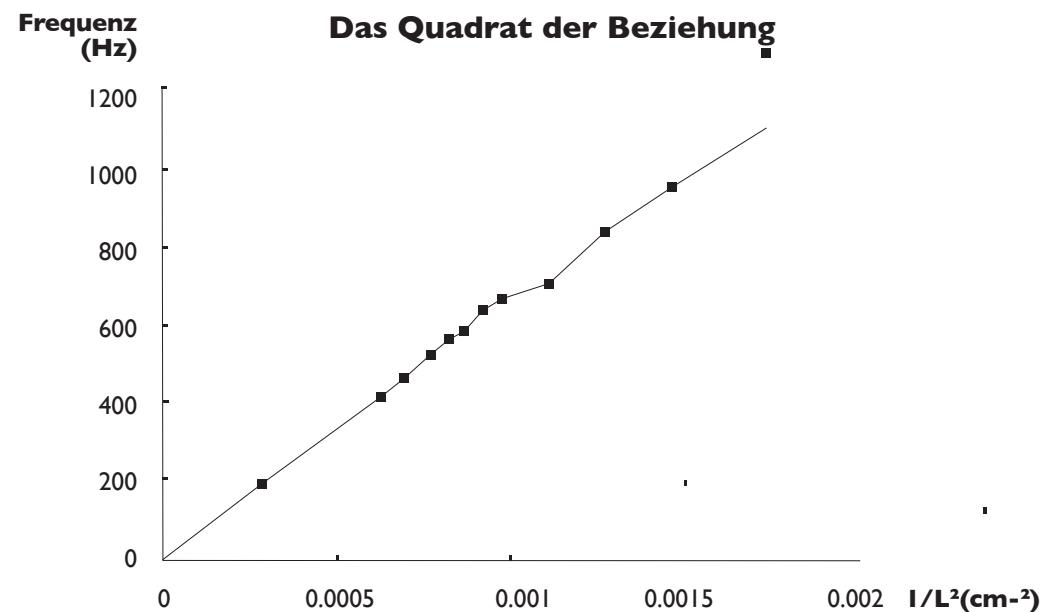
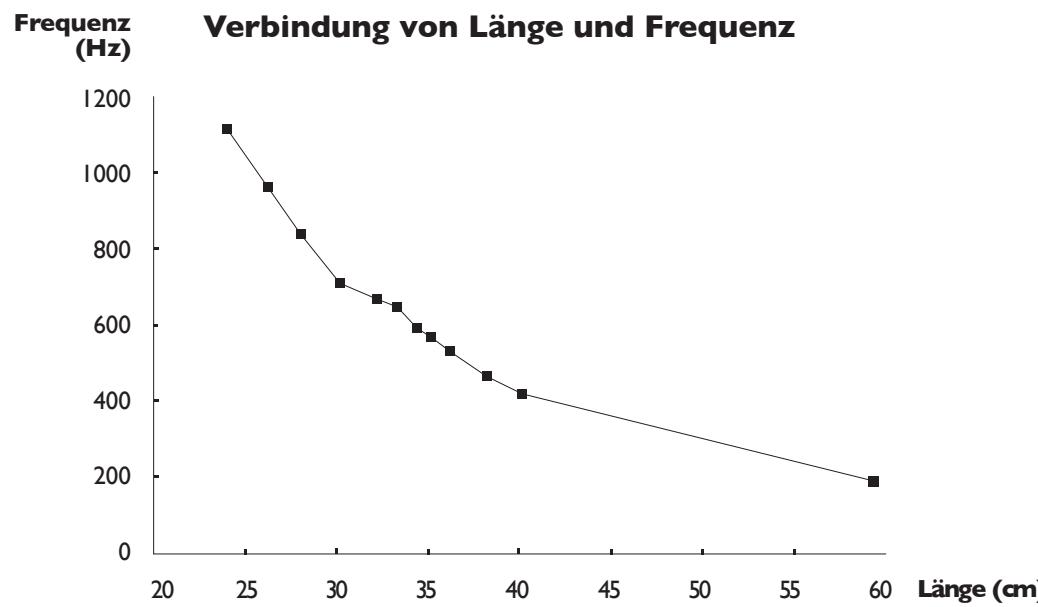
## I. Experiment für Xylofon

Das ist ein Experiment von fünf Schülerinnen, die versuchten, ein Xylofon zu machen. In ihrem Prüfberichte kann man die Verbindung von Länge der Material, Dicke der Materialien und die Frequenz der Töne begreifen. Die Beziehung zwischen Auflagepunkte und die Effizienz der Resonanz werden auch erklärt.

### Hilfreiche Ergebnisse:

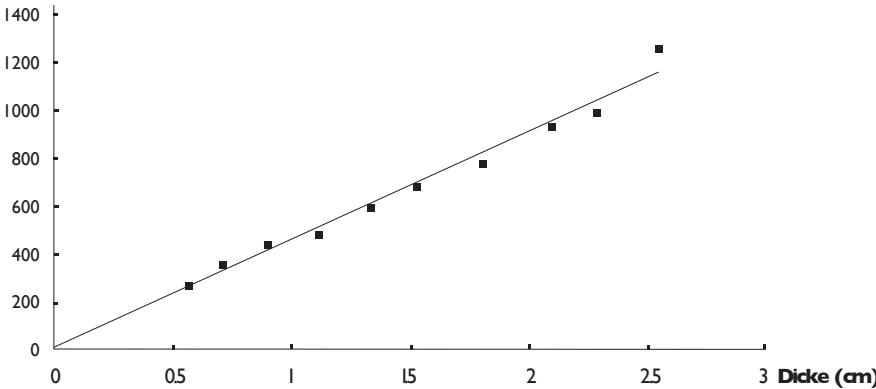
Je länger ist das Material, desto niedriger ist der Ton. Die Formel von Frequenz und Länge ist:

$$f = 1/L^2$$



Frequenz  
(Hz)

## Verbindung von Dicke und Frequenz

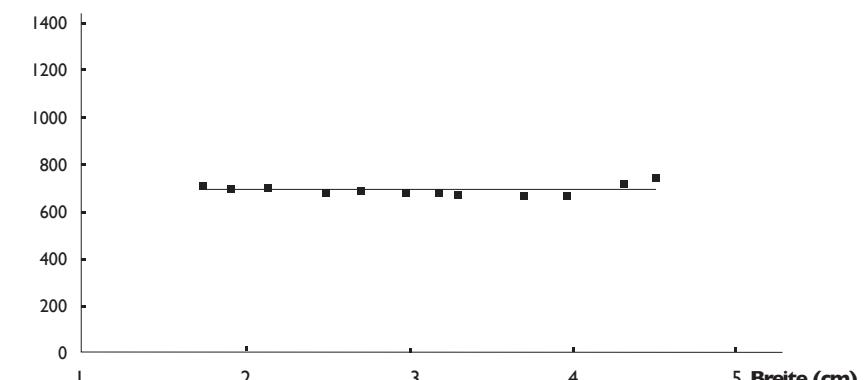


Je dicker ist das Material, desto höher ist der Ton.  
Die Formel von Frequenz und Dicke ist:  $f \propto d$

Die Frequenz der Töne hat mit Breite der Materialien nicht zu tun

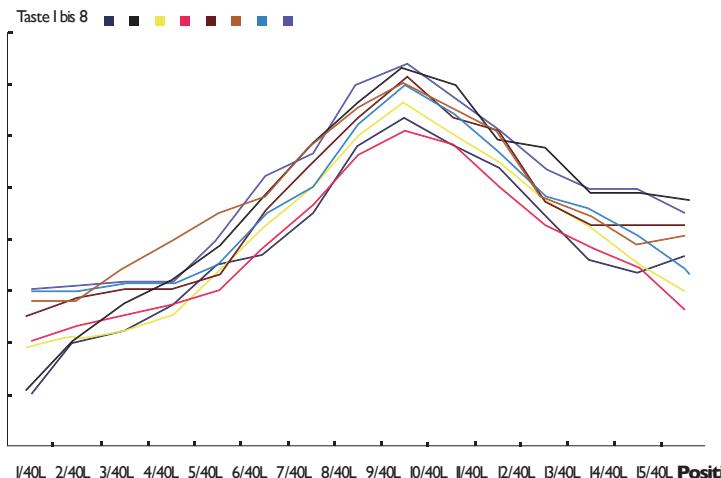
Frequenz  
(Hz)

## Verbindung von Breite und Frequenz



Lautheit  
(dB)

## Verbindung von Auflagepunkte und Effizienz der Resonanz



Die Lautheit des Xylophons ändert sich mit der Position der Auflagepunkte. Der Abstand zwischen der Position für maximale Lautheit der Auflagepunkte und das Ende der Taste beträgt ca. 9/40 der gesamten Länge.

## **Zusammenfassung:**

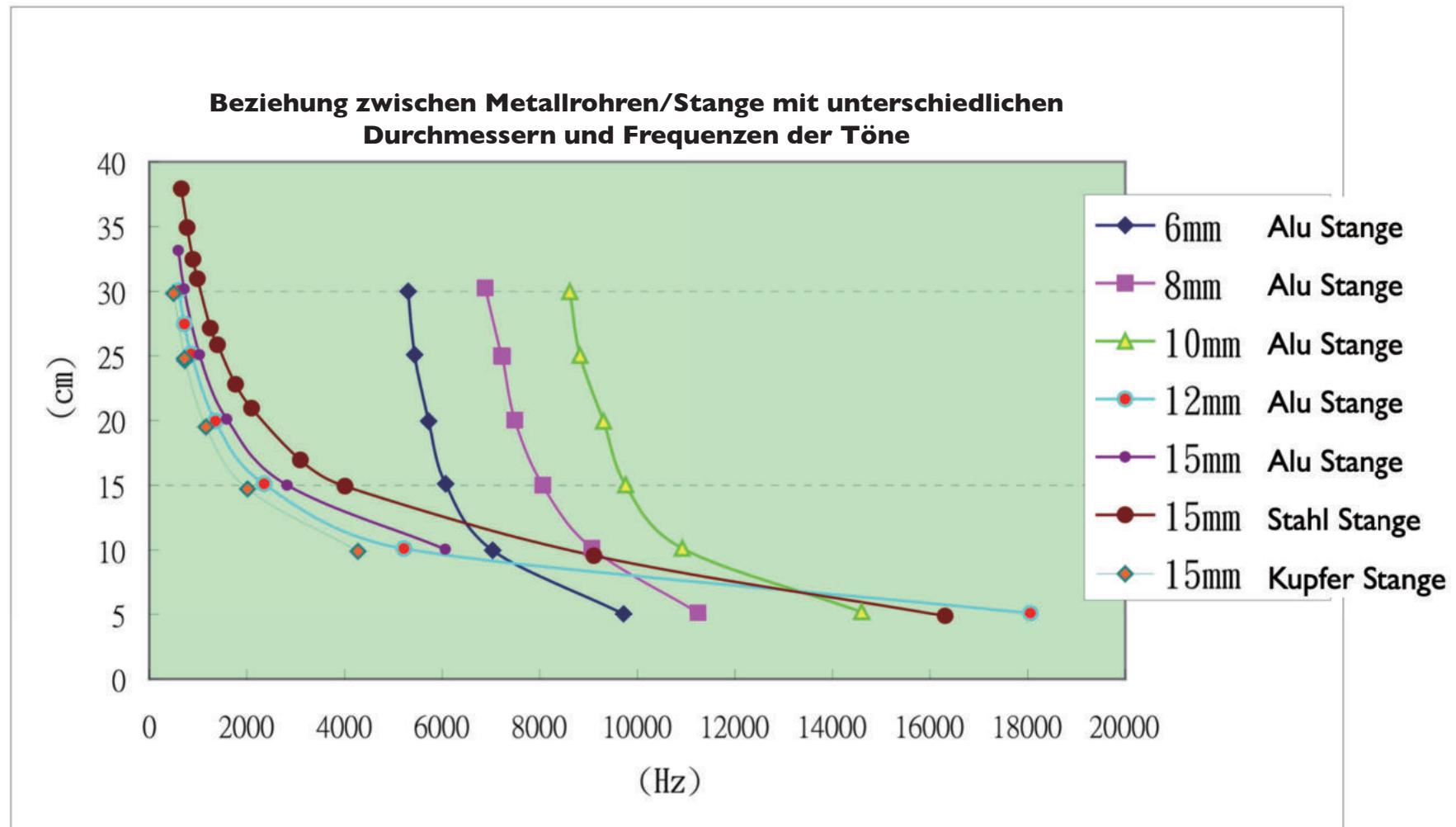
1. Die Tonfrequenz des Xylophons hängt von Länge und Dicke der Tasten ab. Jedoch hat die Frequenz der Töne mit Breite der Materialien nicht zu tun. Die Formel von Frequenz, Länge und Dicke steht:  $F = K \times D \cdot L^2$
2. Nach der Formel kann man die Länge der Taste rechnen und schneiden.
3. Die Lautheit des Xylophons ändert sich mit der Veränderung der Position von Auflagepunkten. Der Abstand zwischen der Position für maximale Lautheit von Auflagepunkten und das Ende der Taste beträgt ca. 1/4 der gesamten Länge.
4. Die Feuchtigkeit des Holz beeinflusst die Frequenz der Töne. Neu geschnittene Holzplatte müssen ein paar Tage stehen lassen

PS: Der K-Wert (in oberer Formel) bezieht sich auf das Material der Tastatur, das als Materialkoeffizient bezeichnet wird. Unterschiedliche Holzmaterialien können aufgrund ihrer Struktur, Dichte, Feuchtigkeitsgehalts und anderer Faktoren unterschiedliche K-Werte haben. Selbst für dasselbe Holz ist das Material auch nicht einheitlich. Deshalb kann der K-Wert jedes Teils etwas variieren.

## 2. Experiment für Windspiel

Das ist ein Experiment nach Windspiel, das eine schöne Melodie machen kann. In diesem Prüfberichte kann man die Verbindung von Länge unterschiedlicher Metal-Stangen und die Frequenz der Töne begreifen.

### Hilfreiche Ergebnisse:



Es wird die Verbindung von Tonfrequenz und Eigenschaften von Materialien im Lehrbuch von Physikunterricht beschreibt, dass die leichtere, dünnerne und kürzere Materialien ein höheren Ton machen können. Aber das Experiment in oben hat ein anderes Prinzip gezeigt.

## **Beziehung zwischen Länge der Metal Stangen/ Rohre und Frequenz der Töne**

<b>Arte des Material</b>	<b>Formel von Länge und Frequenz</b>	<b>Das Quadrat der Beziehung</b>
6mm Alu Stange	$Y=5 \times 10^{12} X^{-3.0182}$	$R^2=0.9853$
8mm Alu Stange	$Y=1 \times 10^{14} X^{-3.2873}$	$R^2=0.9936$
10mm Alu Stange	$Y=6 \times 10^{13} X^{-3.1493}$	$R^2=0.9899$
12mm Alu Stange	$Y=845.27 X^{-0.5199}$	$R^2=0.9996$
15mm Alu Stange	$Y=875.71 X^{-0.5125}$	$R^2=1$
15mm Stahl Stange	$Y=1079.6 X^{-0.5158}$	$R^2=0.9998$
15mm Kupfer Stange	$Y=727.38 X^{-0.5136}$	$R^2=0.9999$

## **Experiment I. mit Rohren und Stangen aus verschiedenen Materialien**

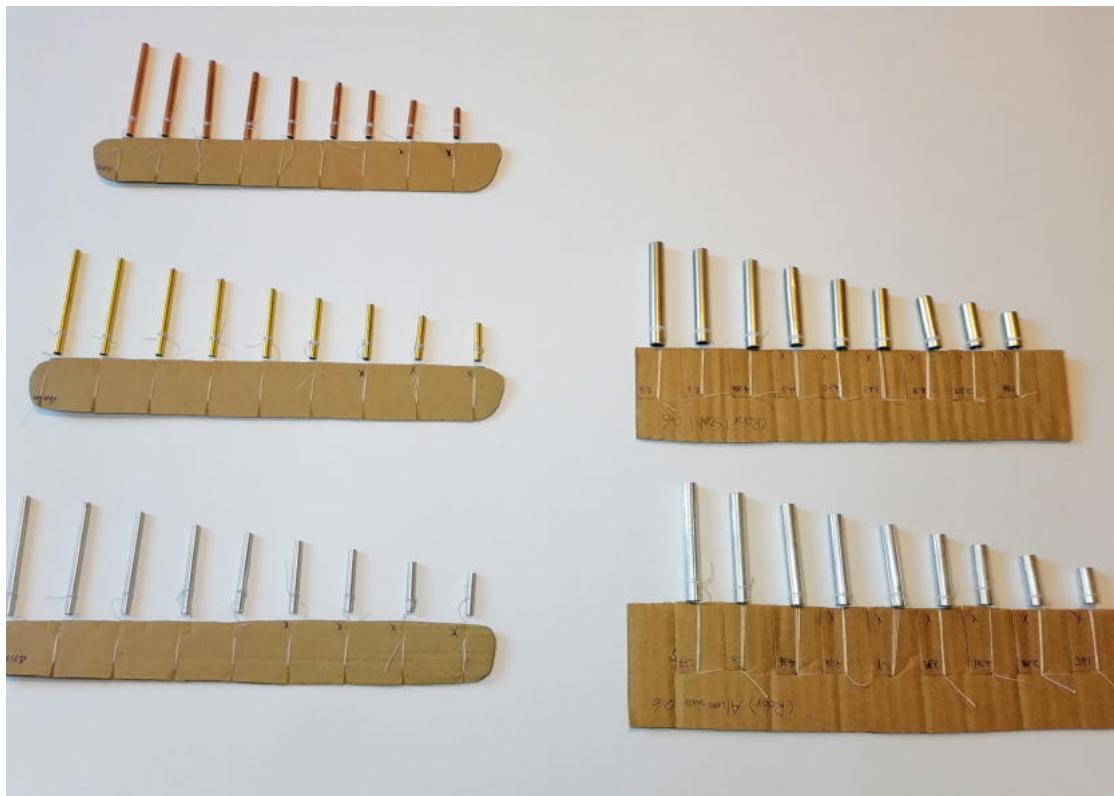
Nach der Ergebnisse von oben erwähnten Experiment kann man es schlussfolgern, dass die wesentliche Faktoren für Tonhöhe sind: Art des Materials, Länge und Durchmesser des Materials.

Leider kann man mit der Formel im letzten Experiment ein geeignete Größe für Würfel nicht ausrechnen. Und die Lautheit von Windspiel ist auch zu stark für Kinder. Deshalb habe ich ein Experiment mit Erfahrungen von oben erwähnte Experimente und verfügbare Materialien im Baumarkt gemacht.

### **Die Rohre/Stangen wurden geschnitten in:**

6cm, 5.5cm, 5.0cm, 4.5cm, 4.0cm, 3.5cm, 3.0cm, 2.5cm, 2cm

(Die tatsächliche Länge ist nicht ganz genau, aber ist sehr nah)

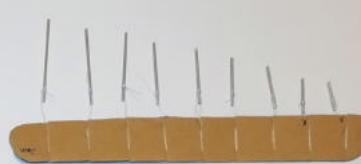
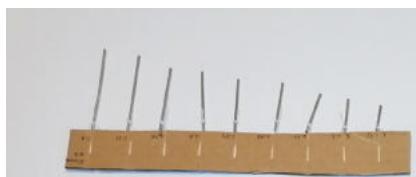


### Gruppe I:

$\varnothing 6\text{mm}$  Stahlrohr,  $\varnothing 6\text{mm}$  Alu Rohr,  
 $\varnothing 4\text{mm}$  Aluminium Rohr  $\varnothing 4\text{mm}$  Messing Rohr,  $\varnothing 4\text{mm}$  Kupfer Rohr  
wurden getestet und in zwei Gruppen verglichen, um die Verbindung  
zwischen Materialien und Frequenz zu finden. (Die Rohre in jeder  
Gruppe haben gleiche Länge und Durchmesser)

### Ergebnis:

Wenn der Durchmesser und die Länge gleich sind, haben die  
Stahlrohre und die Aluminiurohre höhere Frequenz als die  
Messingrohre. Und die Frequenz der Messingrohre sind höher als  
Kupferrohre.

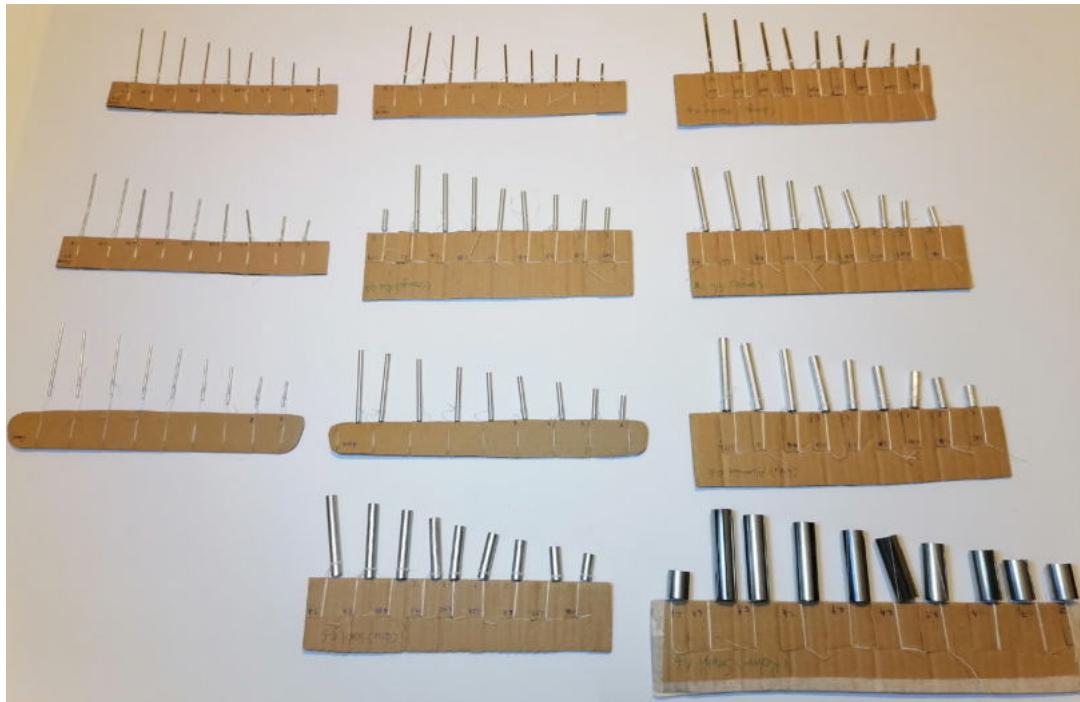


### Geuppe2:

$\varnothing 6\text{mm}$  Alu Rohr,  $\varnothing 4\text{mm}$  Alu Rohr,  $\varnothing 2\text{mm}$  Alu Rohr,  
 $\varnothing 6\text{mm}$  Alu Stange,  $\varnothing 4\text{mm}$  Alu Stange, und  $\varnothing 2\text{mm}$  Alu Stange  
wurden getestet und vergleicht, um zu finden, welcher Form(Rohr oder Stange) bringt  
eine höhere Frequenz. (Die Rohre und die Stange haben gleiche Länge, Durchmesser  
und aus gleiches Material)

### Ergebniss:

Wenn die Länge und der Durchmesser gleich sind, haben die Aluminiumrohre höhere  
Frequenz als die Aluminustangen.



### **Gruppe3:**

$\varnothing 16$ mm Stahlrohr,  $\varnothing 6$ mm Stahlrohr,  
 $\varnothing 6$ mm Alu Rohr,  $\varnothing 4$ mm Alu Rohr,  $\varnothing 2$ mm Alu Rohr,  
 $\varnothing 6$ mm Alu Stange,  $\varnothing 4$ mm Alu Stange,  $\varnothing 2$ mm Alu Stange  
 $\varnothing 3$ mm Messing Stange,  $\varnothing 2$ mm Messing Stange, und  $\varnothing 1.5$ mm Messing Stange,  
wurden getestet und in vier Gruppen vergleicht, um die Verbindung zwischen  
Durchmesser und Frequenz zu finden. (Die Rohre und die Stange in jeder  
Gruppe haben gleiche Länge, Form und aus gleiches Material)

### **Ergebniss:**

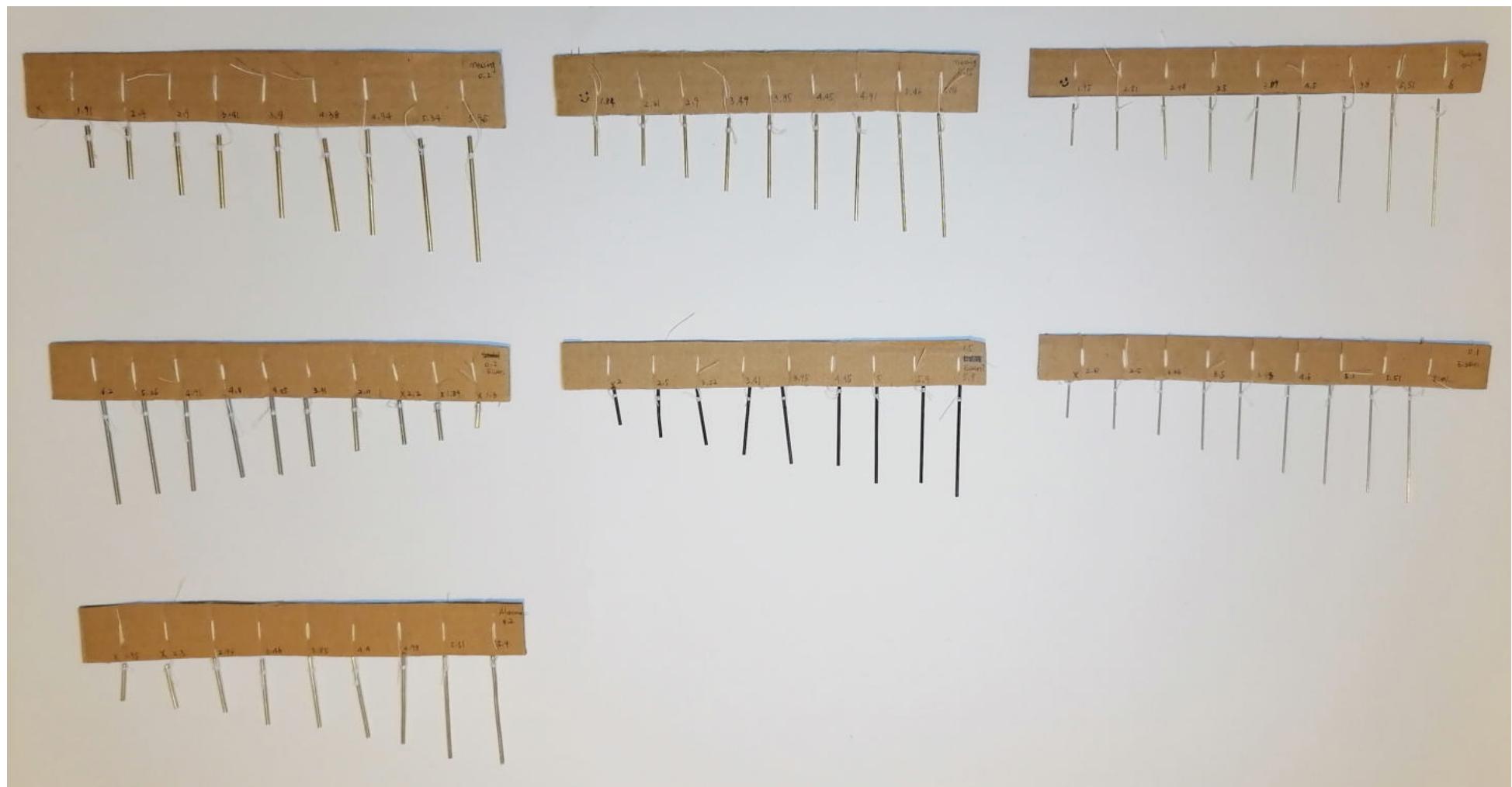
Wenn das Material und die Länge gleich sind, haben die Rohre und die Stange  
mit größerem Durchmesser höhere Frequenz.

## **Zusammenfassung des Ergebnis I:**

1. Wenn Material und Durchmesser gleich sind, die Verbindung zwischen Länge der Rohr/Stange und Tonfrequenz wird in diesem Experiment bestätigt.
2. Wenn das Material und die Länge gleich sind, machen Rohre&Stangen mit größerem Durchmesser höhere Töne als mit kleineren Durchmesser. Außerdem, machen die Rohre&Stangen mit größeren Durchmesser lautere Töne.
3. Wenn Material, Länge und Durchmesser gleich sind, machen Rohre höhere Töne als Stangen.
4. Wenn die Länge und der Durchmesser gleich sind, sind die Verbindung von Material und Tonhöhe gleich wie im oben erwähnten Experiment.

**In diesem Experiment sind die Tonfrequenz und die Lautheit zu hoch. Man kann das Ergebnis für Kinder Spielzeugdesign nicht verwenden. Deshalb habe ich zweites Experiment mit längere und schmalere Stangen gemacht.**

## **Experiment 2. mit dünneren und längeren Stangen aus verschiedenen Materialien**



### **Ausgewählte Materialien für das Experiment:**

Ø2mm Eisen Stange, Ø2mm Messing Stange, Ø2mm Alu Stange,  
Ø1.5mm Eisen Stange, Ø1.5mm Messing Stange,  
Ø1mm Eisen Stange, Ø1mm Messing Stange.

### **Die Rohre/Stangen wurden geschnitten in:**

6cm, 5.5cm, 5.0cm, 4.5cm, 4.0cm, 3.5cm, 3.0cm, 2.5cm, 2cm  
(Die tatsächliche Länge ist nicht ganz genau, aber ist sehr nah)

## **Ergebnis des Experiment 2:**

1. Wenn der Durchmesser der Stange kleiner wird, wird die Frequenz der Töne merklich niedriger.
2. Die Lautheit und die Frequenz des Schalls sinken zusammen, wenn der Durchmesser der Stange sinkt.
3. Die Probe mit Durchmesser unter 1.5mm sind so leicht, dass die Lautheit für mein Konzept nicht geeignet.
4. Wenn man die gehängene Stange klopft, hört man viele Obertöne.

## **Problem:**

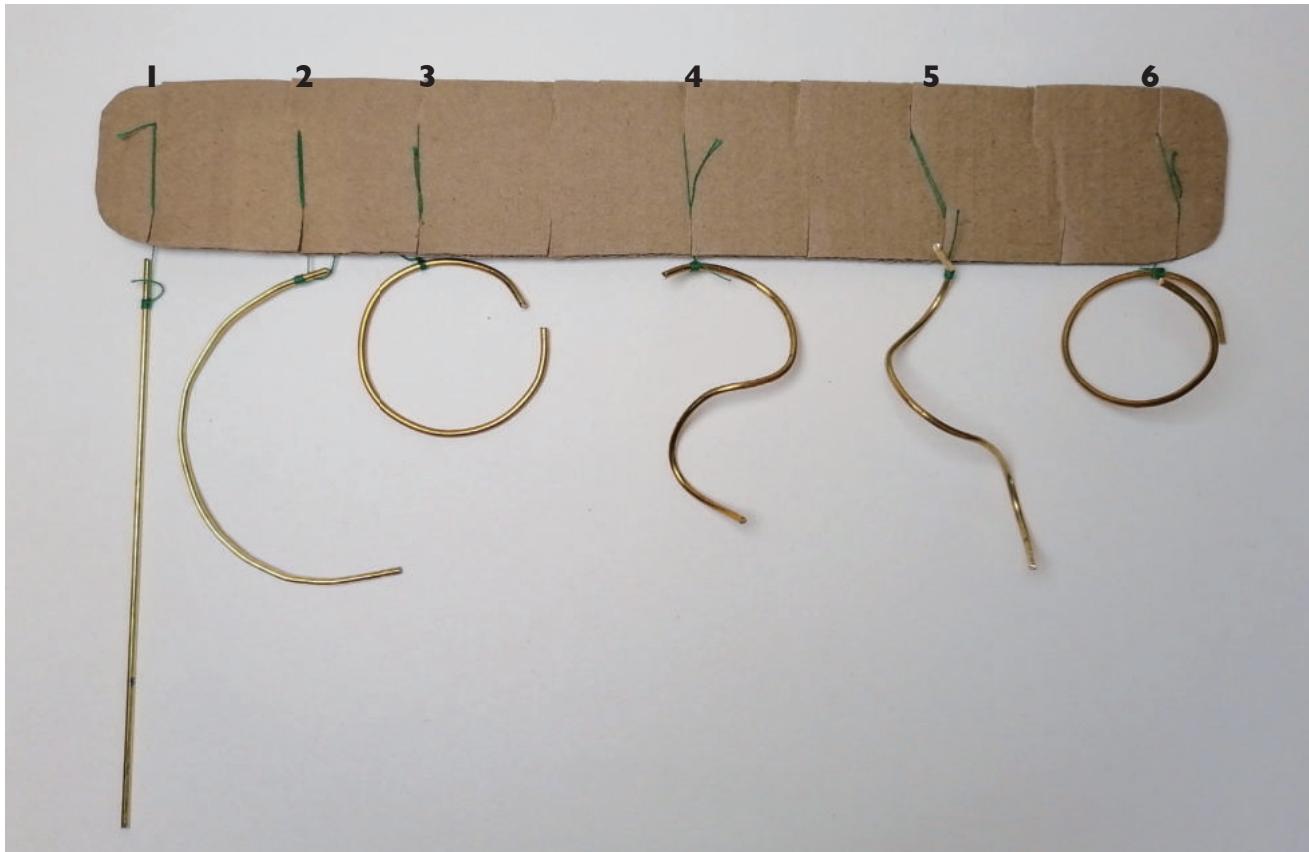
Nach letzter zwei Experimente habe ich den Möglichkeiten von richtige Materialien und den Durchmesser der Stangen für mein Konzept ergrenzt. Ich konzentriere mich danach nur auf die Stange mit Durchmesser von 1.5mm bis 2mm. Trotzdem habe ich noch ein paar Probleme:

1. Die Frequenz der Stange sind noch zu hoch, wenn die Stange unter 8cm sind. Wenn der Durchmesser weiter reduziert, sinkt die Läutheit gleichzeitig und kann man den Schall nicht mehr hören.
2. Wenn man die Schälle mit Software analysiert, kann man das sehen, dass die Intensivität des Grundtons und der Obertöne sehr ähnlich sind. Man hört die Mischung der Grundton und die Obertöne. Und kann man mit Ohren nicht erkennen, wie die echte Tonhöhe eigentlich ist.
3. Es gibt zu viele Obertöne. Und ihre Frequenzen sind keine Vielfachen. Die Form von der Schallwellen sind nicht regulär wie bei echte Instrumente.

Um die Frequenz weiter zu reduzieren, eine genaue Tonhöhe zu erhalten und die Schallwellenform zu optimieren, habe ich weitere Experimente durchgeführt.

### **Experimente 3. mit Stangen aus verschiedenen Form ( gebogen)**

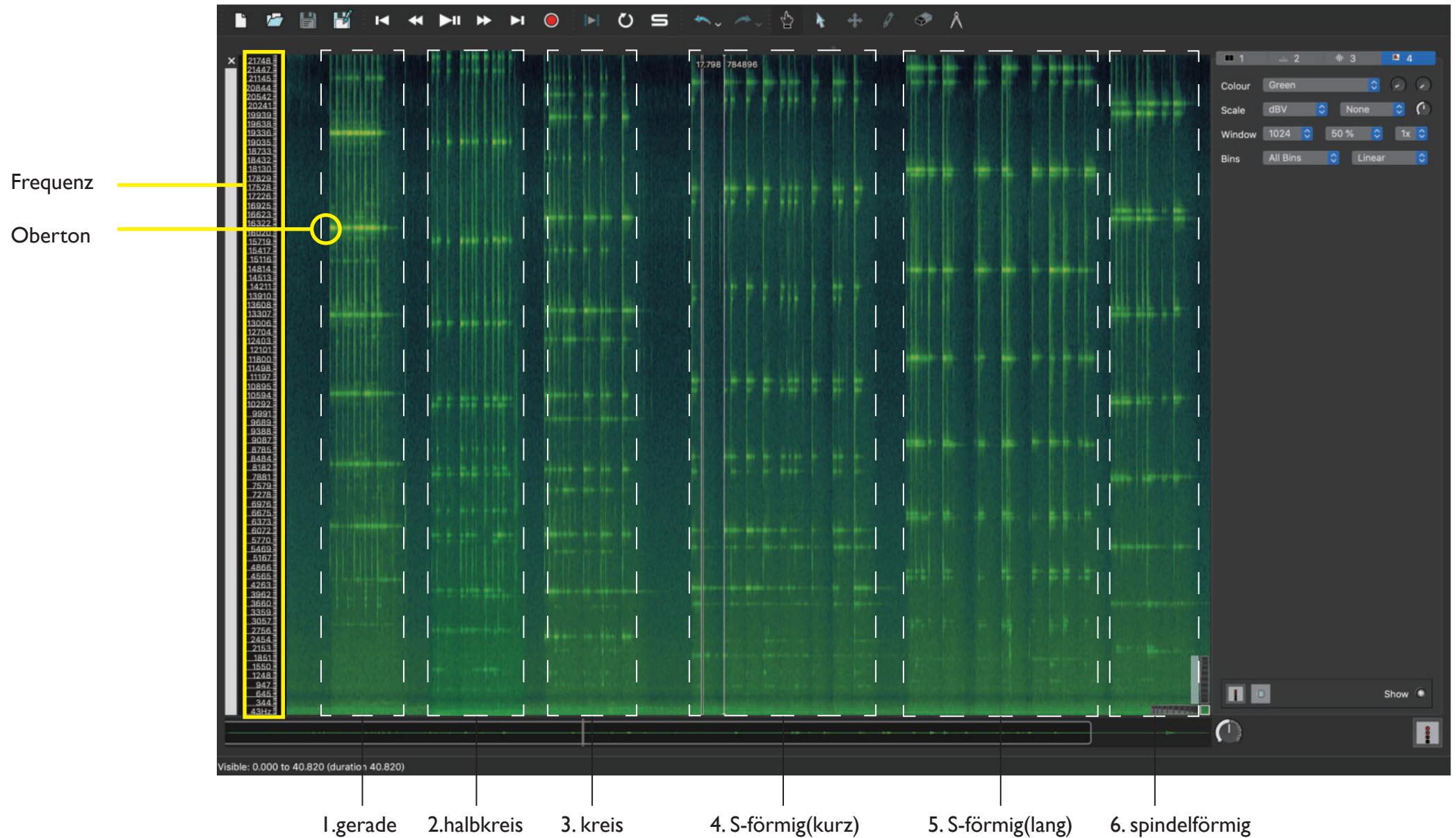
Um tiefere und schönere Töne zu erhalten, versuche ich eine längere Stange in der der Klötze zu stecken. Deshalb habe ich die längere Stange gebogen, um die Größe der Klötze zu passen. Die Stangen auf dem folgenden Bild haben gleiches Material, gleiche Länge(12cm), und gleichen Durchmesser(1.6mm). Mit dieser Stangen versuche ich die Beziehung zwischen Frequenz und Bogenmaß, und die Beziehung zwischen Frequenz und Anzahl der Kurven zu finden.



Um die Nuance der Töne zu erkennen, und die Frequenz richtig zu ermessen, habe ich eine Software runtergeladen, die die Frequenz und die Form von Schallwelle auf visuelle Weise zeigt.

Mit dem Bild zeige ich das Interface der Software. Die Anzahl links zeigt die Frequenz der Schälle. Wann ich die Stange schläge, erscheint sich die grüne Linie und die Punkte mit dem Ton. Jeder Ton besteht aus einem Grundton und vielen Obertönen, sodass auf jeder Linie viele Lichtpunkte vorhanden sind. Mit dem Zahl auf derselben Horizontallinie kann man den Grundton des Klangs und die Frequenzen der Obertöne erhalten. Die hellere Punkte zeigen die stärkere Schälle des Tons.

Das Ergebnis letzter Experiment ist wie folgt:



## Ergebnis des Experiment:

1. Während des Tests ist es deutlich zu hören, dass die gebogene Stangen niedrigere Töne als gerade Stangen machen.

2. Der Halbkreis klingt niedriger als Spindelförmige. Die Spindelförmige klingt niedriger als der Kreis. Der Kreis klingt niedriger als die S-Förmige(kurz). Und die S-Förmige(lang) klingt am höchsten. Aber das Ergebnis ist nicht stabil. Wenn man mehrmals den Test durchführt, verändert sich das Ergebnis ein bisschen.

3. Mit der Hilfe der Software (sonic visualiser) kann man den Grund der Phänomene finden:

Die Frequenz der Stangen wird nach dem Biegen etwas reduziert. Und die Schäfte mit niedrigeren Frequenzen wurden verstärkt. Deshalb der Ton, der aus alle Schäfte besteht, klingt niedriger. Aber die Schäfte mit niedrigeren Frequenzen verstärken sich manchmal mehr manchmal weniger. Deshalb klingen die Töne ein bisschen anders, wenn man mehr mals den Test durchführen.

Folgenden Erfahrungen habe ich durch das Experiment erhalten:

1. Durch das Biegen der Stangen kann man niedrigere Töne bekommen.

2. Um einen niedrigen Ton zu bekommen, kann man die Schäfte mit niedrigen Frequenzen verstärken.

Problem:

Gerade Stangen haben einen relativ regelmäßigen Beziehung zwischen Obertöne und Grundton (ähnlich wie Vielfache). Nachdem der Stange gebogen wurde, wird die Beziehung weniger regelmäßig, was bedeutet, dass die Klangqualität leicht verloren ist.

## Experimente 4. mit Stangen aus verschiedenen Form ( gefaltet )

Um mehr Möglichkeiten der innere Struktur zu entdecken, habe ich ein weiteres Experiment mit gefaltete Stangen durchgeführt. In diesem Experiment habe ich Stangen mit 148mm lang und 1.6mm dick verwendet.

Ziel des Experiments:

Die Frage zu beantworten--Beeinflusst die Anzahl und der Winkel, mit den die Stange gefaltet wird? Und, wie?

Das Experiment wurden in vier Gruppen durchgeführt. In erster Gruppe wurden die Stange ein mal gefaltet jeweils mit der Winkel 40 Grad, 70 Grad und 90 Grad. Danach wurden die Stangen durch eine Holzperle geklopft und die Töne durch Software analysiert. Beide Strecke der Stange wurde geklopft, erstens auf dem Tisch danach in der Luft. Für Jeden Test mache ich ein Screenshort.

In der zweiten und dritten Gruppe wurden die Stangen jeweils zweimal und dreimal gefaltet, und die Töne wurden bei 30 Grad, 60 Grad und 90 Grad gemessen. Der Testprozess ist gleich wie bei ersten Gruppe.

In der vierten Gruppe wurden die Stangen vier Mals, Fünf Mal und Sechs Mals gefaltet, und die Schälle wurden für jeder weitere Strecke gemessen.

1 mal gefaltet, Grad=40



1 mal gefaltet, Grad=70



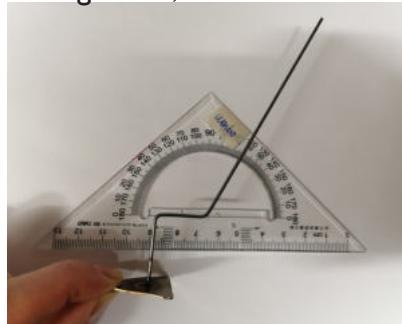
1 mal gefaltet, Grad=90



2 mal gefaltet, Grad=30



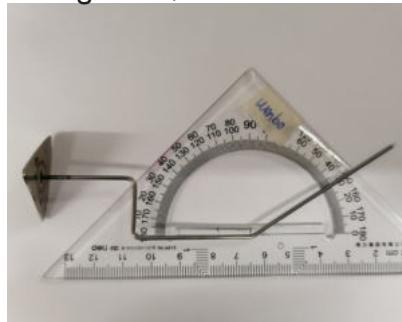
2 mal gefaltet, Grad=60



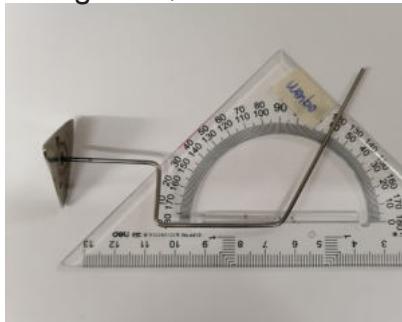
2 mal gefaltet, Grad=90



3 mal gefaltet, Grad=30



3 mal gefaltet, Grad=60



3 mal gefaltet, Grad=90



4 mal gefaltet



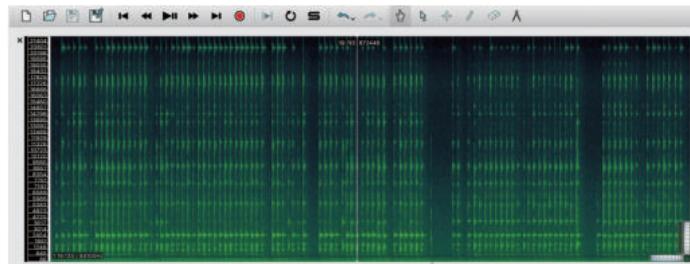
5 mal gefaltet



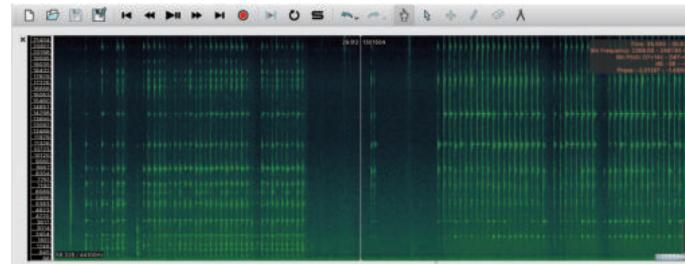
6 mal gefaltet



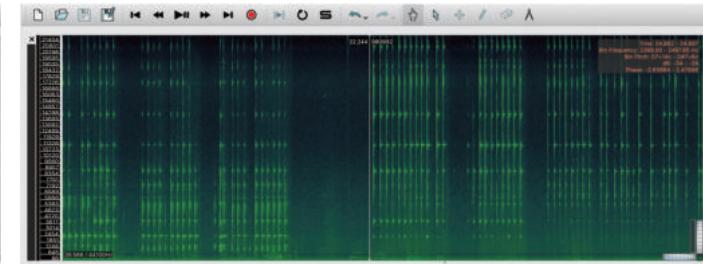
1mal gefaltet, Winkel=40 Grad



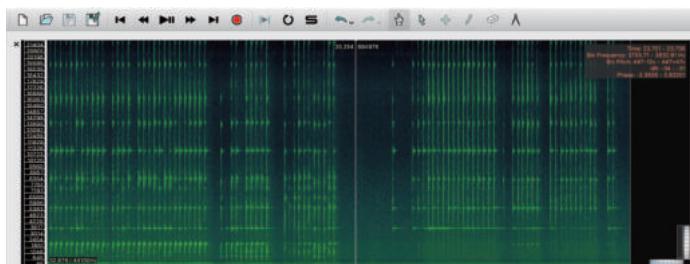
1mal gefaltet, Winkel=70 Grad



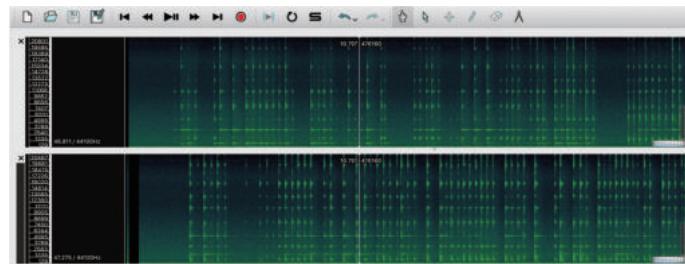
1mal gefaltet, Winkel=90 Grad



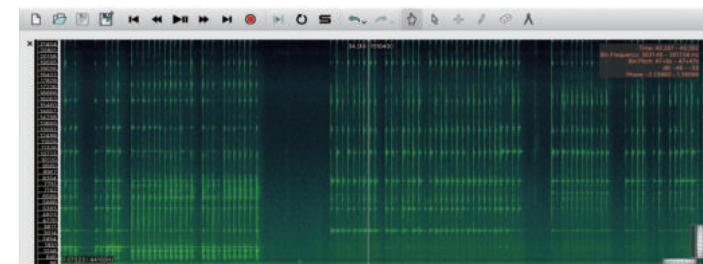
2mal gefaltet, Winkel=30 Grad



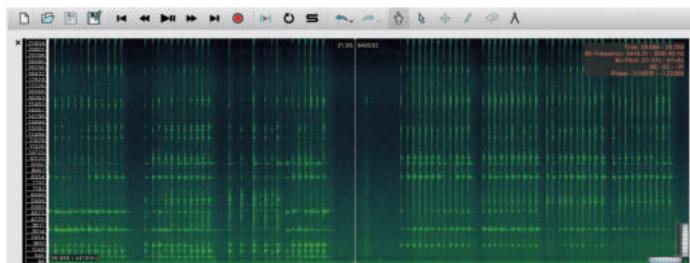
2mal gefaltet, Winkel=60 Grad



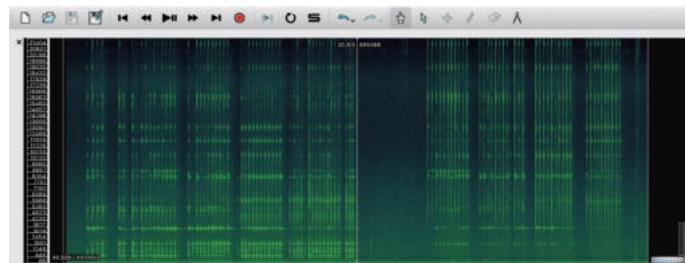
2mal gefaltet, Winkel=90 Grad



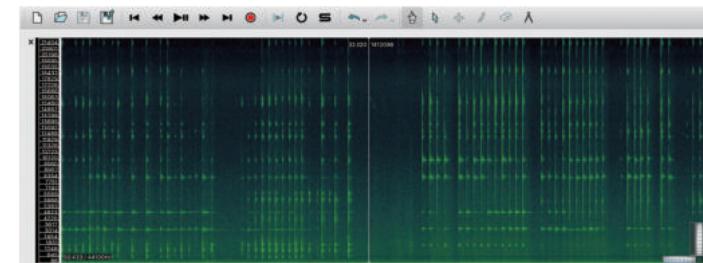
3mal gefaltet, Winkel=30 Grad



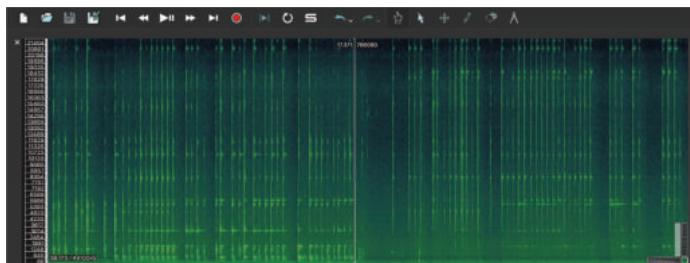
3mal gefaltet, Winkel=60 Grad



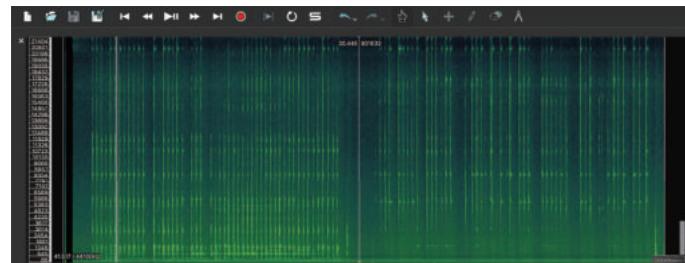
3mal gefaltet, Winkel=90 Grad



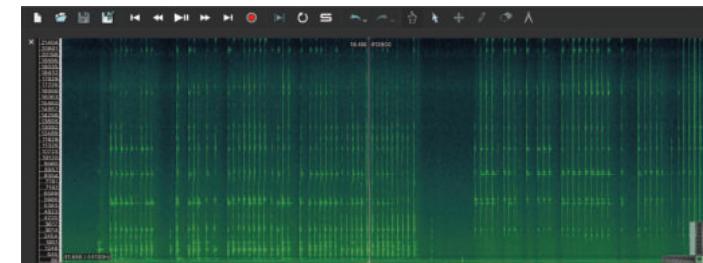
4mal gefaltet



5mal gefaltet



6mal gefaltet





## Ergebnis des Experiment:



Grundton: G#7

verstärkere: E6

Das Ergebnis des Experiments wurde von viele Faktoren wie Geräusche in der Umgebung, der Stärke des Klopfens und der Position des Klopfens beeinflusst. Deshalb passt das Ergebnis nicht immer zu einer bestimmter Regelmäßigkeit. Aber kann man durch das Experiment einige Regelmäßigkeiten, die meistens funktionieren, finden:

1. Der Winkel hat fast keinen Einfluss auf die Schallfrequenz
2. Die Schälle mit niedrigere Frequenz werden verstärkt, wenn die Stange mehrmals gefaltet werden. Je mehr die Stange gefaltet wird, desto tiefer ist der Ton. Aber wenn die Stange mehr als drei Mals gefaltet wird, kann man keines Effekt der Anzahl von Falten auf die Frequenz der Schälle beobachten.  
(Vermutung: Nachdem die Form kompliziert geworden ist, werden die Schallwellen auch kompliziert und instabil. Die Frequenzänderung ist dann nicht mehr zu beobachten.)
3. Nach dem Falten haben der längere Teil der Stange und der kürzere Teil der Stange die gleiche Frequenz. Es gibt kein Unterschied.
4. Die Schallewelle von geschweißte Stahlstangen ist regulärer als die Schallwellen von Messingstangen. Deshalb ist die Qualität der Schälle von geschweißte Stahlstangen auch höher.
5. Wenn man die geschweißte Stangen auf dem Tisch liegen und die Töne testen, kann man das bemerken, dass die Schälle mit der niedrigere Frequenz stark werden, und die Töne tiefer und schöner klingen.
6. Mit Holzperlen zu klopfen klingt besser als mit Glasperlen.

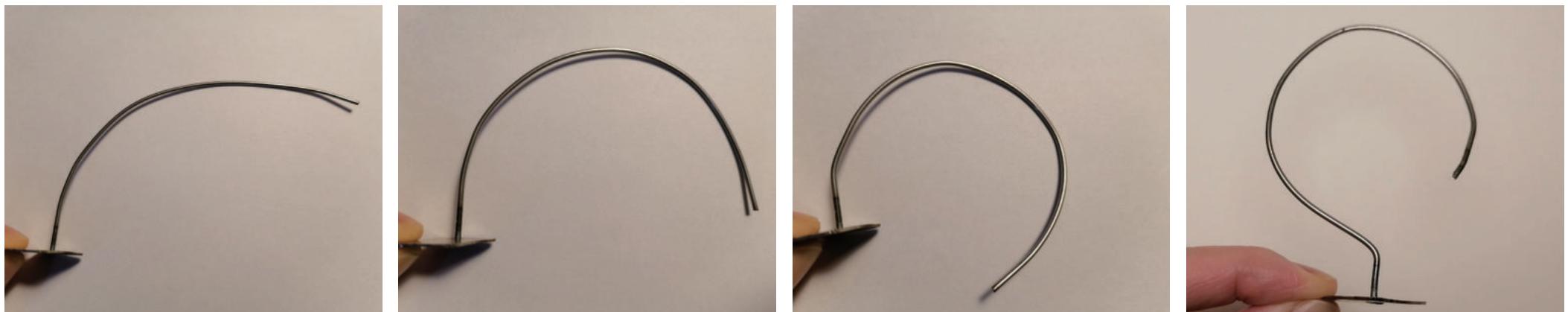
Problem:

7. Nach dem Falten verlieren ein bisschen Qualität des Tons.

~~也许是焊接的金属棒，这音量是变大了（折了之后高音少了）~~  
~~Resonanz~~ → ~~do音量~~ ~~（频率越高音越高）~~ ~~do音量~~

## Experimente 5. mit gebogene Stangen mit unterschiedlichem Bogenmaß

Da die geschweißte Stangen einen guten akustischer Effekt in letzten Experimente erzeugt haben, habe ich wieder ein Experiment mit geschweißte Stangen gemacht. Die Stangen sind 148mm lang und 1.6mm stark. Die Stangen wurden in der Luft geklopft und die Töne getestet. Deshalb die Schälle mit niedrigere Frequenzen wurden nicht durch Resonanz verstärkt. Trotzdem das Ergebnis ist sinnvoll. Man kann die Ergebnisse dieser Experiment mit der Ergebnisse letztes Experiments vergleichen. (Das Ergebnis der Testen mit gefaltete Stangen, die in der Luft getestet wurden, befinden sich die rechte Hälfte der Bilder )

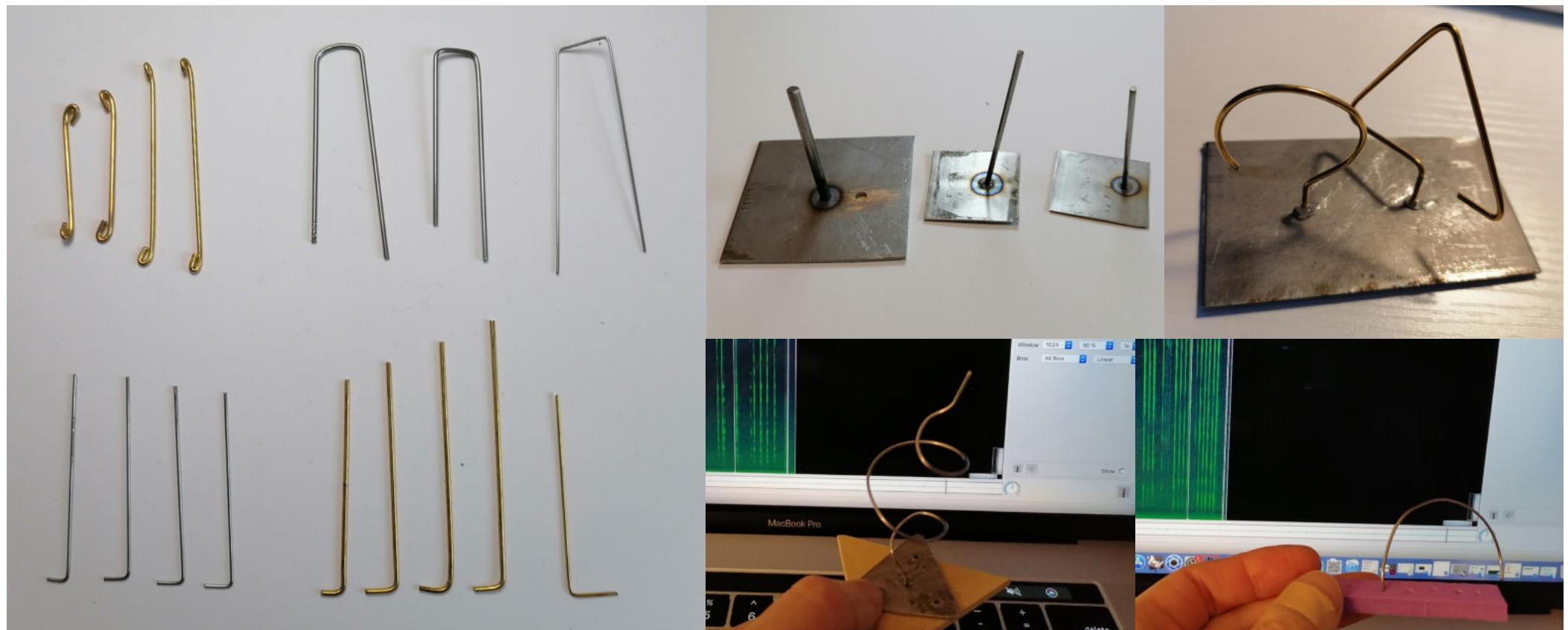


Das Ergebnis der Experiment ist ähnlich wie das Experiment mit Messingstangen: Die Töne der Stahlstangen werden auch tiefer nach dem Biegen. Im Vergleich zu die gebogene Messingstangen haben die geschweißte Stahlstangen weniger Oberschälle und die Form von der Schallwellen sind regulärer.

Mit allen oben durchgeführte Experimente habe ich die Möglichkeiten der inneren Struktur von akustischen Bausteinen untersucht, und die Einwirkungen der Form auf die Töne entdeckt. Zwar die Qualität der Schälle nach Biegen und Falten reduziert, aber die Töne klingen noch schön. Die Ergebnisse der Experimenten sind sinnvoll für die Gestaltung der innere Strukturen.

## Experiment 6. nach Verbindungsmethoden(hangen, schweißen, kleben, einsetzen)

In letzter Experimente habe ich zwei Verbindungsweise (Aufhängen und Schweißen) verwendet. Und ich habe dadurch zwei ganz unterschiedliche akustische Effekte bekommen. Die gehängene Stangen haben mehr Obertöne als die geschweißte Stangen. Und die Schäalle sind abwechslungsreicher. Und die geschweißte Stangen haben Schäalle mit stabilere Frequenz. Und die Schäalle sind regulärer. Ich habe auch die Stange geklebt, mit dem Schaum und Filz abgestützt, und ins Holzplatte eingesetzt. Aber die Ergebnisse sind nicht so gut wie die geschweißte Stangen. Untern stehen die Fotos der Probe.



## **Test für Dinge zum Schlagen**

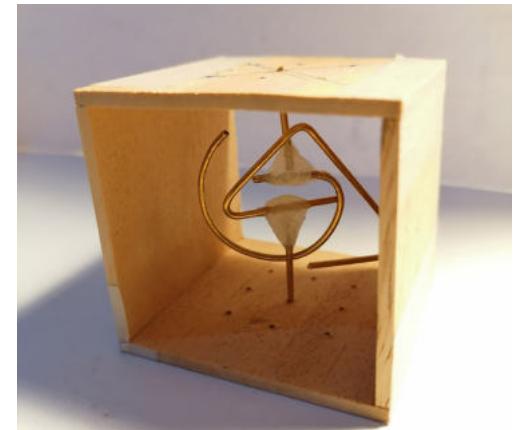
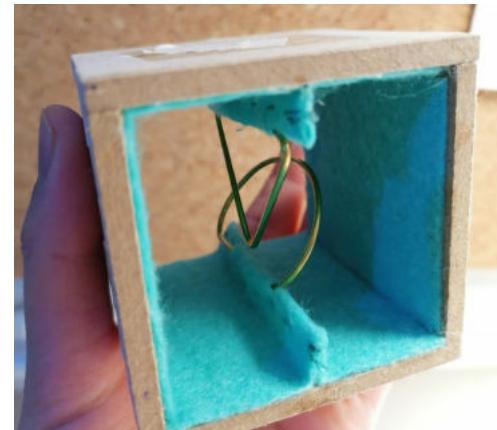
Um einer richtigen Schlägel zu finden, habe ich auch einen Test durchgeführt. Auf dem Bildern steht von links nach rechts: Edelstahlring, klein Edelstahlring, Messingring, Edelstahlperle, Plastikperle, Schaumperle, Holzperle. Das Ergebnis des Tests: Die Holzperle klingt am schönsten.



# Entwicklung der innere Strukturen

## Probe

Basis auf die Ergebnisse der letzten Experimente, habe ich entschieden, die gerade geschweißte Stangen in der Quater einzusetzen, damit ich melodiöse Töne mit guter Qualität und unterschiedlicher Tonhöhe erhalten. Mit der Töne kann man eine Melodie machen. In Würfel und Prisma würde ich gefaltete und gebogene Stangen verwenden, damit die Form der Klötze schöner aussehen und die Tonfarbe dieser akustische Klötze-Set reicher werden. Verfolgt sind die Probe für die Form und die Verbindungsweise.



## Entwicklung

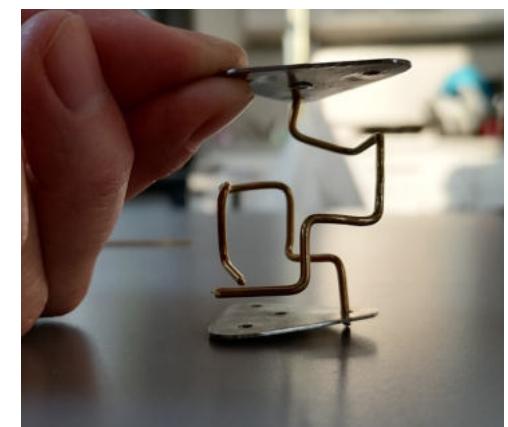
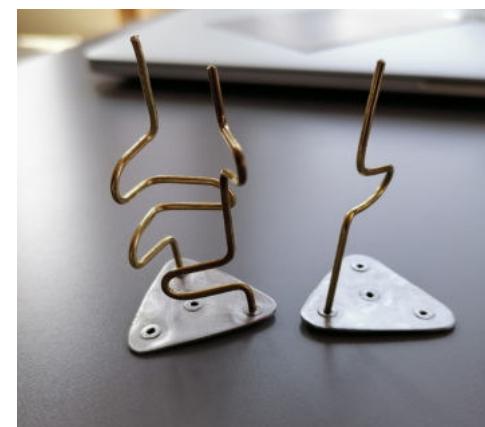
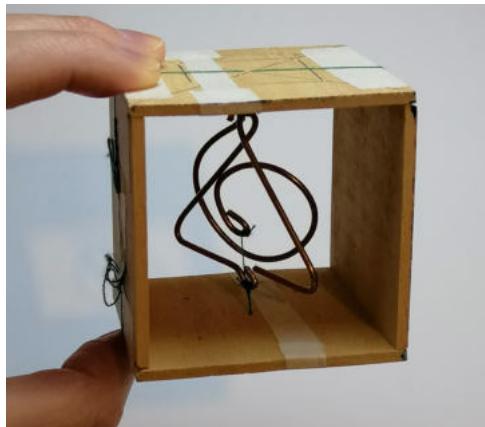
Nachdem ich viele Formen für die innere Struktur der Klötze ausprobierte, habe ich das Konzept festgestellt.:

In erstem Würfel gibt es dreieckige und wirbelförmige Stangen. Wenn die Kinder den Klotz schütteln, klopfen die Stangen und machen sie Töne.

In zweitem Würfel gibt es drei Dreiecke aus Edelstahlstangen. Die Stangen haben unterschiedlicher Länge und machen auch Töne beim Schütteln.

In erstem Prisma gibt es Stangen, die jeweils einmal, zweimal und dreimal gebogen. Sie werden um der Mitte des Prismas eingesetzt, und geklopft von einer Holzperle in der Mitte.

In zweitem Prisma werden die Stangen jeweils fünf Mals. sechs Mals und sieben Mals gefaltet, und auch von Holzperle geklopft.



## Endscheidung für die innere Strukturen

Damit die Quader unterschiedliche Tonhöhe und sogar eine Melodie machen können, muss ich weiß, welche Frequenz zu welchem Pitch entspricht. Danach kann ich bestimmte Frequenz erhalten durch die Veränderung der Länge von Stangen. Deshalb habe ich nach der Frequenzen aller Pitches von Klavier gesucht. Mit folgendem Bild kann man den Frequenzbereich von Klavier schauen.

	C	C#	D	Eb	E	F	F#	G	G#	A	Bb	B
0	16.35	17.32	18.35	19.45	20.60	21.83	23.12	24.50	25.96	27.50	29.14	30.87
1	32.70	34.65	36.71	38.89	41.20	43.65	46.25	49.00	51.91	55.00	58.27	61.74
2	65.41	69.30	73.42	77.78	82.41	87.31	92.50	98.00	103.8	110.0	116.5	123.5
3	130.8	138.6	146.8	155.6	164.8	174.6	185.0	196.0	207.7	220.0	233.1	246.9
4	261.6	277.2	293.7	311.1	329.6	349.2	370.0	392.0	415.3	440.0	466.2	493.9
5	523.3	554.4	587.3	622.3	659.3	698.5	740.0	784.0	830.6	880.0	932.3	987.8
6	1047	1109	1175	1245	1319	1397	1480	1568	1661	1760	1865	1976
7	2093	2217	2349	2489	2637	2794	2960	3136	3322	3520	3729	3951
8	4186	4435	4699	4978	5274	5588	5920	6272	6645	7040	7459	7902



Koshi Windspiel ist ein Melodie Windspiel, das genaues Pitch und schöne Melodien machen kann. In dem Windspiel stehen mehrere Stahlstangen mit ungefähr 2mm bis 3mm stark. Sie haben unterschiedliche Länge und werden auf ein Stahlring fest verbunden. Wenn Wind kommt und das Windspiel bewegt, klopfen die gehängten Glas Scheiben die Stangen. Die Scheibe befindet sich in der Mitte und die Stangen stehen herum. Der Körper aus Bamboo funktioniert als ein Resonanzraum, wenn das Windspiel klingt.

Es ist ein wunderschönes Beispiel für mich. Aber als die innere Struktur von Klötzen für Kinder habe ich mehr Einschränkungen wegen der Größe. Daher führte ich das folgende Experiment durch und versuchte, die Gleichung zwischen der Länge der Stahlstangen und der Schallfrequenz zu finden. Im Test habe ich die geschweißten Stahlstangen mit dem Durchmesser von 1.6mm verwendet. In den früheren Experimenten habe ich bemerkt, dass die geschweißten Stahlstangen mit dem Durchmesser von 1.6mm eine passende Läufigkeit und Qualität der Töne machen können.

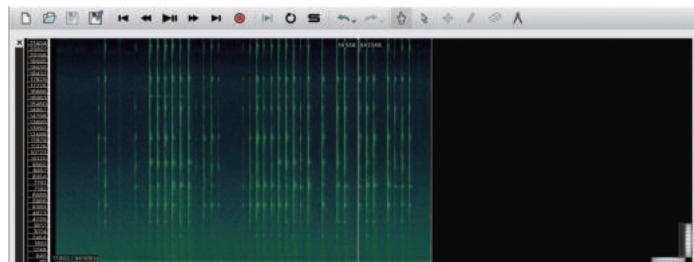
### Ablauf des Tests:

Am Anfang war die Stange 148mm lang. Ich testete die Frequenz mit dieser Länge. Es betrug circa 1860. Dann schneide ich die Stange mit 5mm ab und testete die neue Frequenz mit neuer Länge. Danach wurde die Stange wieder 5mm abgeschnitten und gemessen... Ich wiederholte die Schritte bis die Länge der Stange auf 45mm reduziert. Dann endete sich das Experiment.

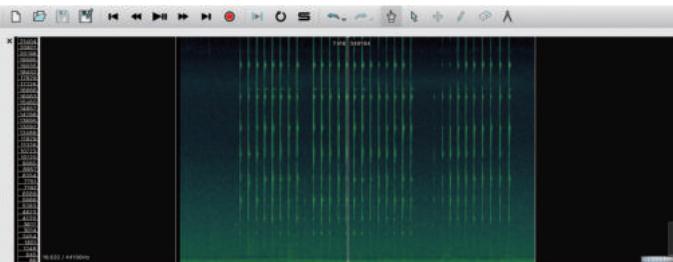
Das Ergebnis des Experiments ist wie folgt:

## die Schälle im Test

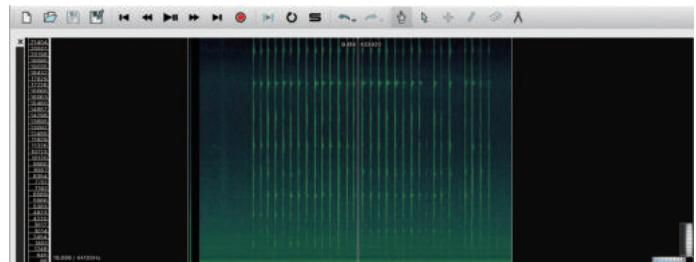
gerade Stange, Länge=148



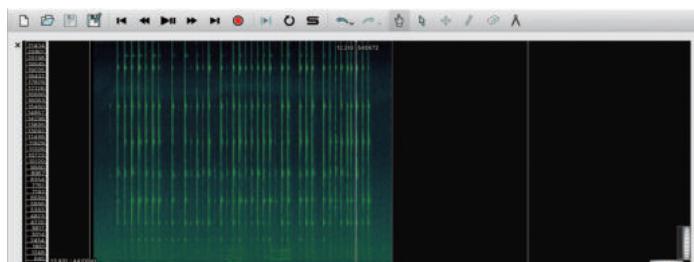
gerade Stange, Länge=143



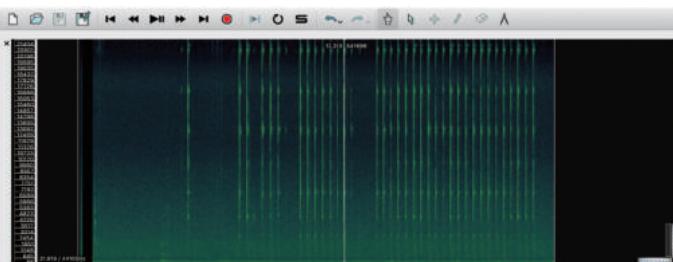
gerade Stange, Länge=137.5



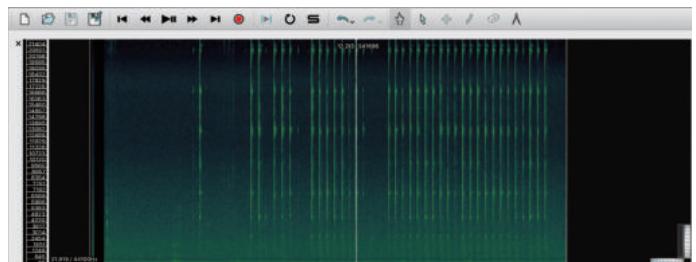
gerade Stange, Länge=117.5



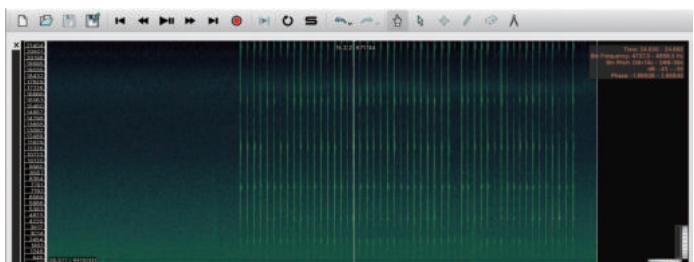
gerade Stange, Länge=112.5



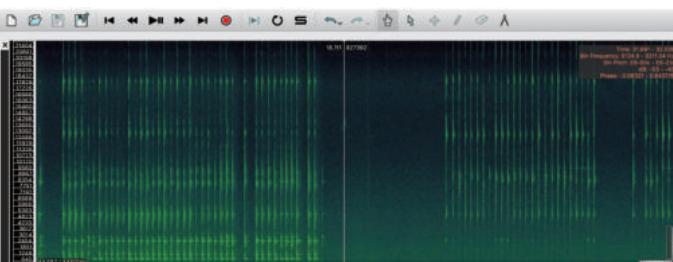
gerade Stange, Länge=107.6



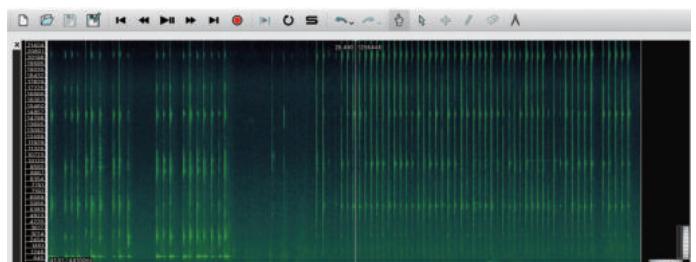
gerade Stange, Länge=88



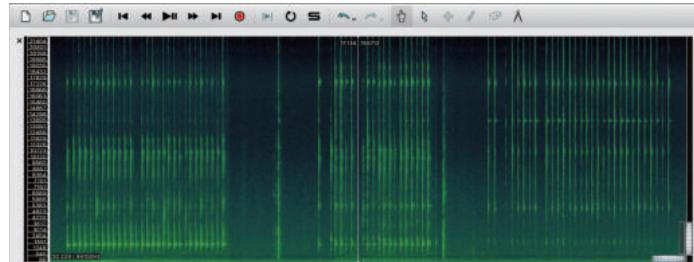
gerade Stange, Länge=83



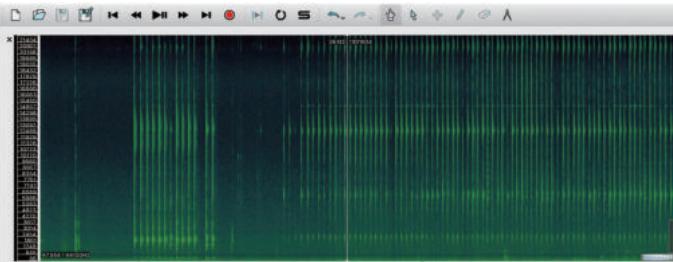
gerade Stange, Länge=78.2



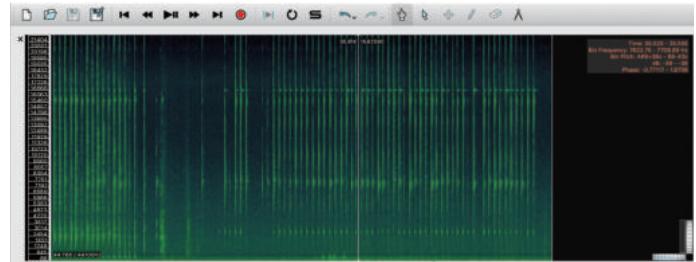
gerade Stange, Länge=58.7



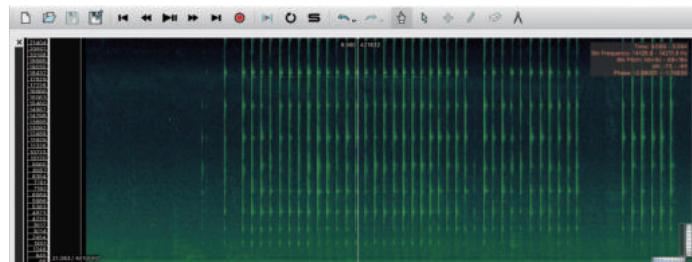
gerade Stange, Länge=53.3



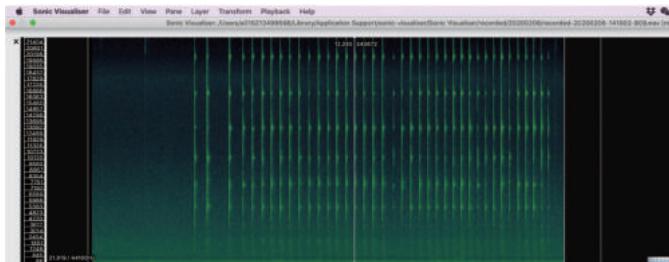
gerade Stange, Länge=49



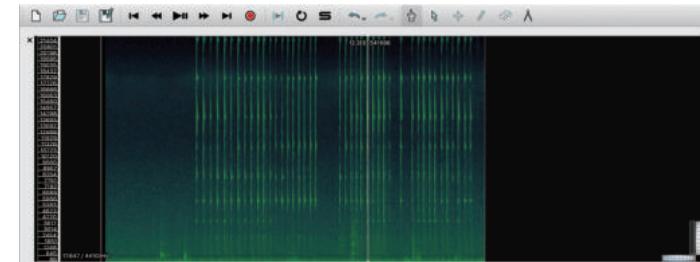
gerade Stange, Länge=133



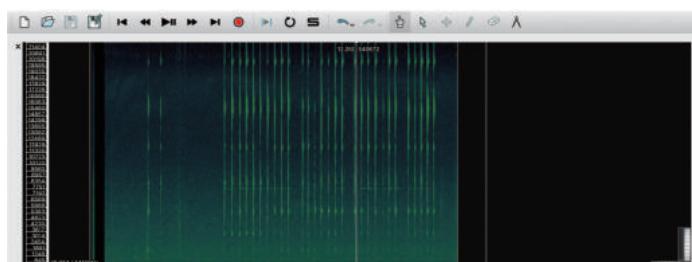
gerade Stange, Länge=128



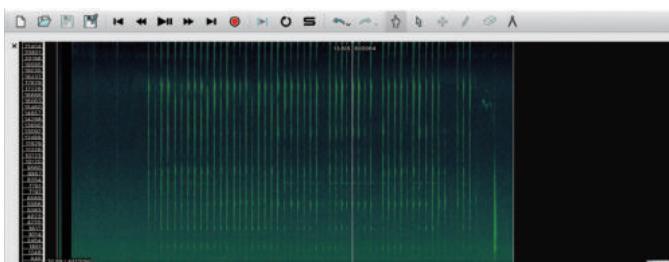
gerade Stange, Länge=122.6



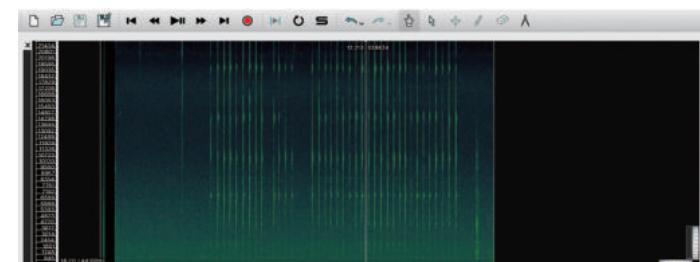
gerade Stange, Länge=103.4



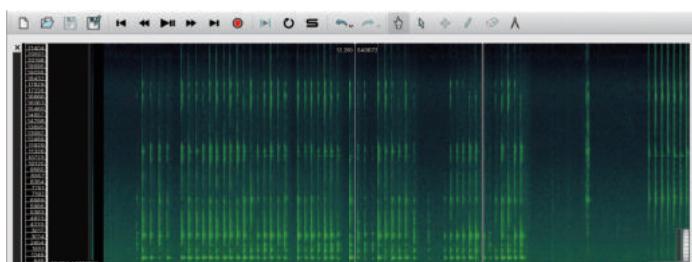
gerade Stange, Länge=98



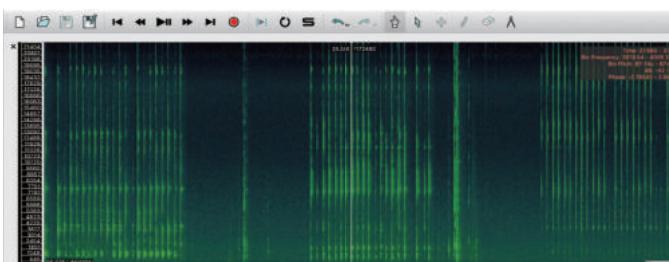
gerade Stange, Länge=93



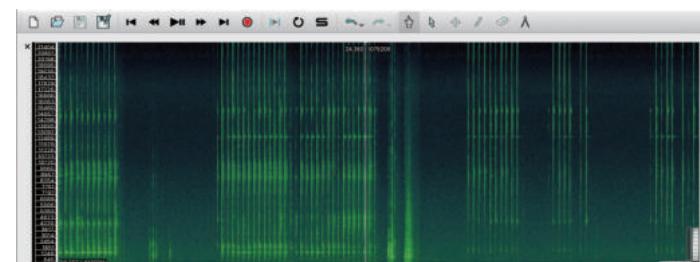
gerade Stange, Länge=73



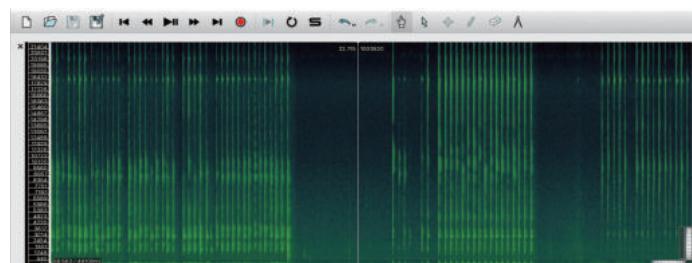
gerade Stange, Länge=68.3



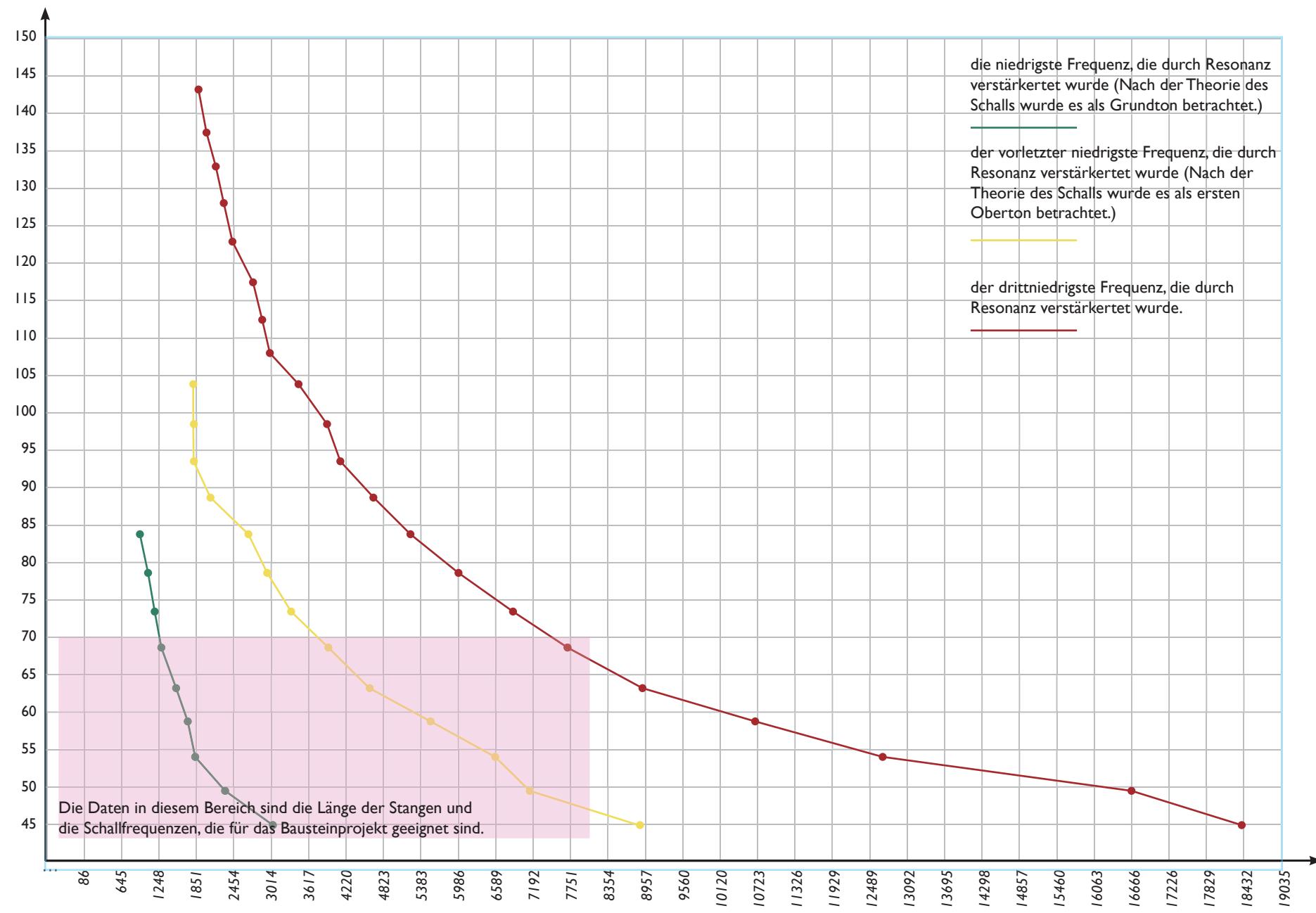
gerade Stange, Länge=63



gerade Stange, Länge=44.9



## Daten des Ergebnisses in Richtungsachse



## Analyse der Ergebnis

1. In der Gruppe, die Töne keine Resonanz haben, sind die Schälle mit höherer Frequenz stärker als in anderen Gruppen. Der Grundton ist jedoch so schwach, dass man mit normale Computer und Software nicht messen kann.
2. In der Gruppen, die Resonanz vorhanden war, wurden die Schälle mit niedrigerer Frequenzen merklich verstärkt.
3. Nach der Analyse vom Testen und die Theorie, die ich durch Recherche gefunden habe, betrachte ich den stärkester Schall mit niedrigem Frequenz als der Grundton.
4. In aller Gruppen ist es zu beobachten, dass die Beziehung zwischen die Länge der Stangen und die Frequenz der Töne zu eine Funktionskurve neigt. Aber die Kurve von unterschiedlicher Gruppen (mit oder ohne Resonanz) sind unterschiedlich.
5. Ohne Resonanz können die Stangen keine tiefere, angenehme und zärtliche Töne unter Begrenzung der Größe erzeugen.
6. Wenn das Objekt zur Resonanz sich verändert, werden die versärkerte Frequenzen des Schalls auch änders.

## Länge der Stangen in quader würfel

Entsprechend der Funktion der grünen Kurve des letzten Experiments wurde die Länge der Stangen innerhalb des Quaders berechnet: 68mm, 61.5mm, 55mm, 45mm.

Ihre entsprechende Tonhöhe sind: E6, G6, B6, E7. Sie sind einen beliebter Akkord in der klassischen Musik.  
Aber die Prototypen haben eine große Abweichung in der Tonhöhe. Der Grund ist vermutlich die Veränderung des Resonanzhohlraums.

Nach dem Experiment ist es die End des Semesters. Das Ergebnis dieses Projekts ist anders als ich erwartete . Die Stangen können ein Melodie mit genaue Pitch noch nicht machen. Trotzdem können sie schon Töne mit unterschiedlicher Pitch und ein bisschen Resonanz machen, was besser als die andere Gummi- oder Holzklötze auf dem Markt klingt. Um ein genaue Melodie zu machen, muss man weiter zu probieren und experimentieren.

# Nach aller Experimente

Wann das Semester sich beendet, haben mein Experimente noch nicht echt fertig gemacht. Denn es viele Faktoren gibt, die die Frequenz des Tons beeinflussen, und die Art und Weise, wie die Faktoren die Frequenz beeinflusst, ist auch unterschiedlich. Deshalb ist das Ergebnis anders als ich dachte.

Wenn die Experimente weiter durchführt werden, kann man mehr mögliche Weise von Resonanz ausprobieren. Mit Resonanz kann man ein genauere Tonhöhe bekommen. Man kann auch die Ergebnisse vorhandener Experimente auf die Produkte anwenden, die größer als Beusteine sind. Es würde überraschende Ergebnisse bringen.

Ich habe durch diesem Projekt viel gelernt. Um ein perfektes akustisches Effekt zu erreichen, braucht man noch professionellere Geräte für Testen und muss weitere Experimente durchführen.

# Endprodukte











A photograph of a workshop bench made of dark wood. On the bench, there is a large U-shaped metal saw, several long metal rods, and some smaller metal components. In the center, there are two white rectangular pieces of paper, each holding a small stack of cylindrical metal rods.

**Bedanken an:**

Herr Professor Jacob Gebert, und alle Werkstattleiter