MUSTER + STRUKTUR

Gleichförmige Wiederholungen und Regelmäßigkeiten ergeben ein Muster. Du kannst die Dinge um dich herum einordnen und eine Struktur oder Ordnung darin finden, weil du die Fähigkeit hast, Muster und Abfolgen zu erkennen – und sie in Beziehung zueinander zu setzen.
Welche Arten von Mustern kennst du? Es gibt Bewegungsmuster, Klangmuster, zeitliche Muster, Handlungsmuster, Zahlenmuster, geometrische Muster, Verhaltensmuster, das Muster von Wasserwellen, Stoffmuster...
Durch die Fähigkeit Muster zu erkennen, können wir in einer Menge von Daten Regelmäßigkeiten, Wiederholungen, Ähnlichkeiten oder Gesetzmäßigkeiten sehen. Diese Fähigkeit bringt Ordnung in den zunächst chaotischen Strom unserer Sinneswahrnehmungen. Ohne diese Fähigkeit wären wir verloren.
Ein Ziel der Mathematik ist es, die Welt auf Strukturen und Muster zu untersuchen. Was könnte der Grund dafür sein? Was ist der Nutzen?

Strukturen sind die Waffen der Mathematiker. (Nicolas Bourbaki)

Manchmal wiederholt sich im Großen, was es im Kleinen schon gab. Man spricht dann von Selbstähnlichkeit. Ein Objekt besteht dann aus vielen kleinen Kopien seiner selbst. Ein Beispiel dafür findet man in dem Blatt eines Farns, bei der Blumenkohlzüchtung Romanesco oder dem Apfelmännchen.

Überall findest du Muster, schau dich um!

Wir finden auch in einem Musikstück verschiedene Arten von Mustern, im Kleinen und im Großen. Wiederholungen und Abgrenzungen strukturieren ein Stück und lassen uns die Klänge überhaupt in einem musikalischen Zusammenhang wahrnehmen. Besonders wichtig ist dabei die Dimension der Zeit, denn die musikalischen Bausteine, Töne, Metrum, Takt und Rhythmus, sind verbunden durch ihr Auftreten in zeitlichen Mustern.

Es gibt auch zeitliche Muster.

Das Grundprinzip der Musik ist Ordnung... (Isaak Stern)

Muss ein Muster schön sein?

Du findest Muster in der Natur und wir Menschen lieben Muster an Wänden, Böden, Kleidung...







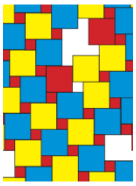





Sechsecke (Katja von Puttkamer)

Muster Wiederholung: eine einfache Form (gleichseitiges Sechseck, zur Hälfte schwarz) wird gereiht und durch Drehung und / oder Reihung entstehen Zusammenschlüsse der weißen, bzw. schwarzen Flächen. Dadurch entstehen neue Formen und Raumeindrücke.

Quadrate (Katja von Puttkamer)

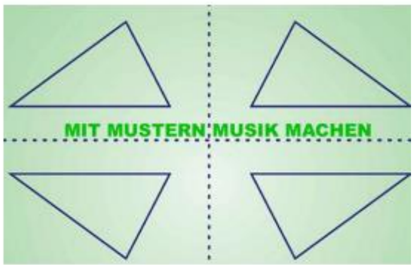


Große und kleine Quadrate, rot, gelb, blau, reihen sich regelmäßig aneinander. Lediglich durch veränderte Farbsetzung der roten Quadrate entsteht eine Störung und Unregelmäßigkeit.

Ganz ähnlich lässt sich das auch für Muster in der Musik erklären mit dem Tabletop zum Bruder Jakob. Durch Drehung und Wendung der einzelnen Sequenzen, der immer gleichen Bausteine, entstehen neue musikalische Eindrücke – eine Variation. Umkehrung, Vergrößerung/Augmentation und Verkleinerung/Diminution sind die wesentlichen Elemente einer „Fuge“. Berühmt ist „Die Kunst der Fuge“ von Joh.S. Bach, eine Sammlung von Kompositionen über ein bestimmtes musikalisches Thema, dessen musterhafte Möglichkeiten systematisch erforscht werden. Hört es euch mal an! Neben den oben genannten Variationstechniken gibt es noch viele mehr, z.B. Spiegelung oder auch rhythmische Veränderung des musikalischen Themas.

Bruder Jakob

Vorwärts, rückwärts, spiegelverkehrt im Krebsgang! Variationen und Fugen



Material:

- Zollstock 2 Meter mit 20 cm Gliedern
- Zollstock 1 Meter mit 10 cm Gliedern
- Je 4 kleine und 4 große farbige Punkte auf Wäscheklammer geklebt. Siehe Fotos Bauanleitung.

Der Zollstock wird als Dreieck gefaltet und die 4 Punkte angesteckt. (siehe Fotos und rotes Dreieck kommende Seite)

Die 4 Punkte markieren die ersten 4 Töne des weltweit bekannten Liedes „Bruder Jakob“. Die ersten drei Töne sind die ersten drei Töne der Dur-Tonleiter und zurück zum Grundton: C-D-E-C

Das Prinzip der Variation in der Fuge kann nun leicht gezeigt und gesungen werden.

Das Dreieck einmal drehen: rückwärts

Nach unten klappen: Umkehrung

Nach unten klappen und drehen: Krebs

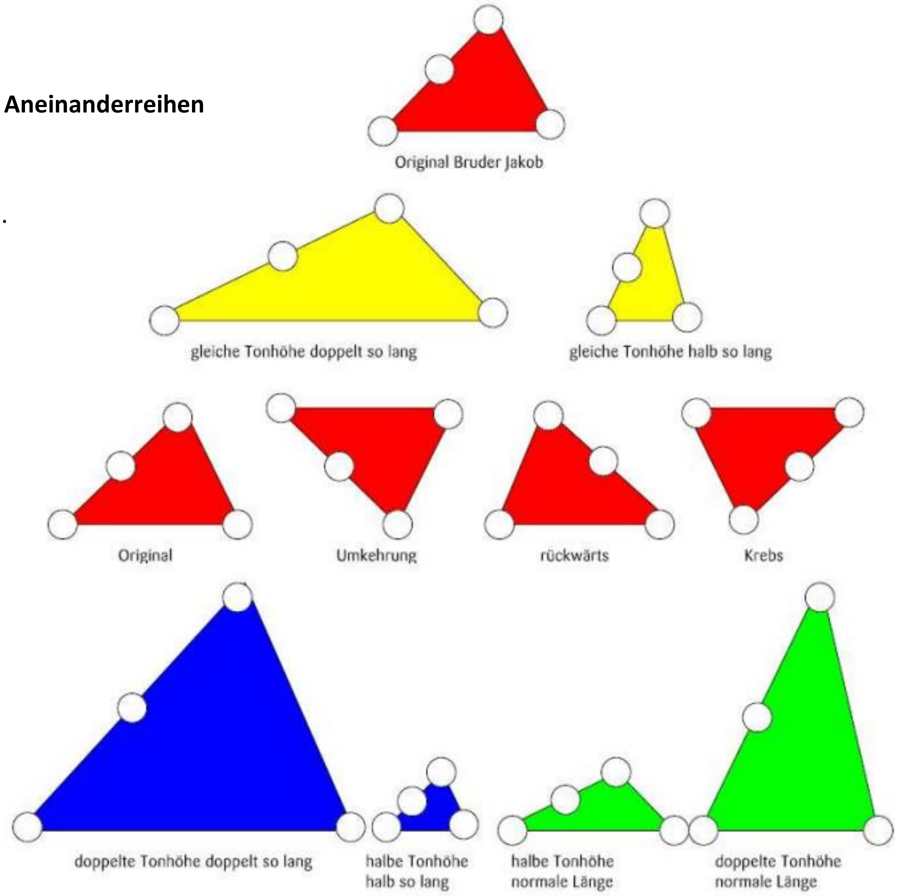
Dann kann das Dreieck doppelt so groß geklappt werden: Die Tonschritte verdoppeln sich zum C-Dur Akkord C-E-G-C, und die Zeit verdoppelt sich auch.

Bei Verwendung des kurzen Zollstocks wird das Dreieck insgesamt halbiert:

Die Ganz-Tonschritte werden zu Halbtonschritten, und die Ton-Dauer halbiert sich auch: C-C#-D-C#

Natürlich kann man mit den X-Y-Achsen auch weiter gestalten, also zum Beispiel doppelte Tonhöhe, gleich lang, oder halbe Tonhöhe und gleich lang, und so weiter.

Variation in der Musik – Drehen, Wenden, Aneinanderreihen
Unter einer Spiegelfuge wird verstanden,
dass der gesamte Satz anschließend mit
umgekehrten Intervallen wiederholt wird.

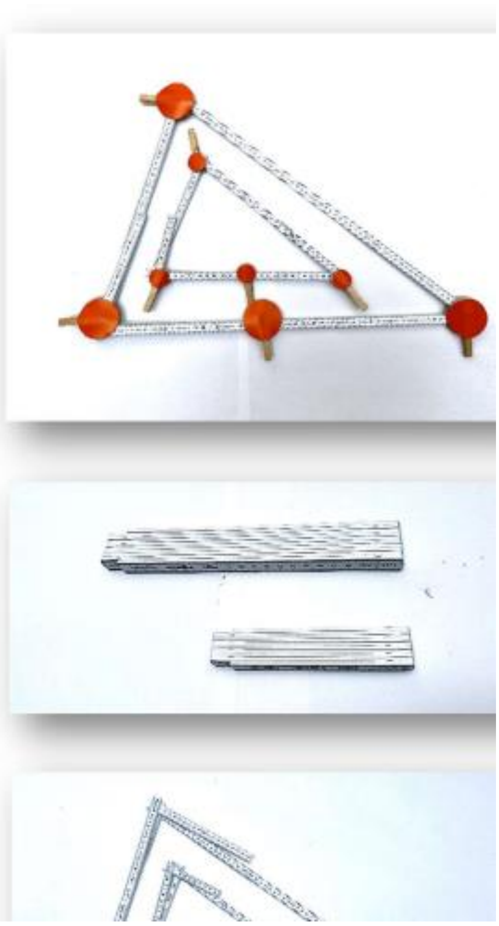


Bruder Jakob

Bauanleitung Tabletop-Experiment

Material:

- Zollstock 2 Meter mit 20 cm Gliedern
- Zollstock 1 Meter mit 10 cm Gliedern
- 8 Wäscheklammern
- Je 4 kleine (ca. 30 mm Durchmesser) und 4 große farbige Punkte (ca. 50 mm Durchmesser), aus Pappe oder Kunststoff geschnitten
- Kleber
- Schere



Zollstöcke zu Dreieck falten. Das Seitenverhältniss ist unten 3, und an den Seiten 2 und 4 Stäbe Am besten zu halten ist es, wenn die übrigen 2 Ende an beiden Seiten der Spitze überlappen.

Die Punkte auf die Klammern kleben.

Musikalisches Würfelspiel - PC

Die Musikalischen Würfelspiele kamen zum Ende des 18. Jahrhunderts in Europa auf und galten als beliebter Zeitvertreib. Von dem Komponisten Johann Philipp Kirnberger stammt die wohl älteste Methode zum Komponieren mit Hilfe von Würfeln. Das bekannteste Musikalische Würfelspiel stammt jedoch von Wolfgang Amadeus Mozart. Musikalische Würfelspiele wurden bis in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts, überwiegend für Klavier, veröffentlicht. Wichtigste Voraussetzung für den Spieler war die Fähigkeit Noten lesen bzw. sie auch spielen zu können. In seiner Anleitung schreibt Mozart: „so viel Walzer möglich mit zwei Würfeln, zu componiren, so viel man will, ohne musikalisch zu seyn, noch etwas von der Composition zu verstehen“. „so viel man will“ sind es natürlich nicht. Es gibt nur 129 Quadrilliarden verschiedene mögliche Musikstücke.

Danach verschwand diese Art der Komposition allmählich. Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erinnerte man sich dieser Kompositionssysteme, um mit der aufkommenden elektronischen Rechentechnik automatisch generierte Musikstücke erzeugen zu lassen. Heute besteht das Notenblatt in der Computerversion der Würfelspiele aus einzelnen Taktdateien und der Würfel wird durch den Zufallsgenerator ersetzt. Die Takte werden dann entsprechend der Takttabelle zu einer neuen Datei zusammengesetzt. Verfahren Bei der überwiegenden Zahl der Musikalischen Würfelspiele ist es das Ziel, ein gleichförmig und periodisch ablaufendes Musikstück zu erzeugen. Es handelt sich daher meist um Musikstücke mit einem sehr schematisch harmonischen Aufbau wie z.B. dem Walzer oder dem Menuett. Bei der Komposition eines solchen Stücks wurde so vorgegangen, dass zunächst eine Vorlage komponiert wurde und von dieser dann 5 (bei einem Würfel) oder 10 (bei zwei Würfeln) Variationen über das gleiche harmonische Schema erstellt wurden. So wurden die Takte zwischen den Variationen austauschbar und es konnte nun mit Hilfe der Würfel ermittelt werden, welcher Takt von welcher Variation pro Takt gespielt wurde. Mit anderen Worten: Es verändert sich im Grunde immer nur die rhythmische und melodische Linie über einem gleichbleibenden harmonischen Modell. Ablauf Ein solches Musikalisches Würfelspiel bestand aus ein oder zwei Würfeln, einer Tabelle und einem dazugehörigen Notenblatt. Die zum Spiele gehörende Tabelle verwies auf einzelne Takte des Notenblatts und war so aufgebaut, dass ihre Zeilen mit der Augenzahl des Würfels übereinstimmte sowie ihre Spalten mit der Reihenfolge des Wurfs. Würfelte also jemand (bei Mozarts Musikalischem Würfelspiel im ersten Spiel eine 4, so notierte man sich den hierzu gehörenden Takt 69 aus dem Notenblatt als ersten Takt der Komposition. War der zweite Wurf eine 9, so fügte man als zweiten Takt den Takt 84 aus dem Notenblatt hinzu usw. So entstand mit Hilfe der jeweils auf das Notenblatt verweisenden Tabelle nach der Ermittlung aller Zahlen ein fertiges Musikstück.

1. Walzerteil

	Takt 1	Takt 2	Takt 3	Takt 4	Takt 5	Takt 6	Takt 7	Takt 8
	96	22	141	41	105	122	11	30
	32	6	128	63	146	46	134	81
	69	95	158	13	153	55	110	24
	40	17	113	85	161	2	159	100
	148	74	163	45	80	97	36	107
	104	157	27	167	154	68	118	91
	152	60	171	53	99	133	21	127
	119	84	114	50	140	86	169	94
	98	142	42	156	75	129	62	123
	3	87	165	61	135	47	147	33
	54	130	10	103	28	37	106	5
Kombination:	**4**	**9**	**12**	**3**	**12**	**3**	**11**	**7**

MATHE

Puzzles Penrose

Dieses Experiment ist ein Puzzle, das es in sich hat! Zunächst glaubt man, das Zusammensetzen der Puzzleteile sei einfach. Wenn man ein bisschen probiert, wird man auch ein Teil richtig unterbringen. Aber auch das zweite Teil ist schwierig, und es bleibt bis Ende eine Herausforderung. Das entstehende Muster hat eine ganz eigene Ästhetik: Einerseits fallen lokale Muster ins Auge, insbesondere 5-zählige Sterne und „Kreise", andererseits erschließt sich keine globale Struktur. Es handelt sich um einen Ausschnitt aus einem aperiodischen Parkett, das Roger Penrose im Jahre 1974 erstmals veröffentlicht hat.

Mathematischer Hintergrund: Das Besondere an diesem Parkett ist, dass es „aperiodisch", das heißt nicht-periodisch ist. Periodische Parkettierungen sind die ,,gewöhnlichen" Parkette. Diese entstehen so, dass ein Parkettstein oder eine endliche Menge von Parkettsteinen in zwei Richtungen verschoben wird. Man kann sich ein periodisches Parkett auch so vorstellen: Man stellt zusätzlich eine Kopie des Parketts her, sozusagen eine unendlich große Folie, die perfekt auf das Parkett passt. Das Parkett ist periodisch, wenn man die Folie ein Stück weit verschieben kann und sie immer noch perfekt auf die Parkettierung passt.

Es ist keine Kunst, eine Parkettierung herzustellen, die nicht periodisch ist. Schwieriger war die Frage, ob es Parkettsteine gibt, mit denen man nur aperiodische Parkettierungen herstellen kann. Nach Vorarbeiten von Robert Berger gelang Roger Penrose 1974 der Durchbruch, indem er zwei Parkettsteine (Pfeil und Drachen fand, mit denen man nur aperiodische Parkette herstellen kann. Mit einem Drachen und einem Pfeil an sich konnte man eine Raute bilden, und mit Rauten kann man die Ebene periodisch parkettieren. Die Idee von Penrose war, durch ,,Legeregeln" (genauer gesagt: Legeverbote zu verhindern, dass begrenzte Strukturen entstehen, die periodische Parkettierungen bilden können. Diese Legeregeln kann man auch hardwaremäßig ausbilden, etwa so wie in unserem Experiment.

Zur Geschichte: In jüngster Zeit hat man in Isfahan im Iran Muster aus dem 15. Jahrhundert gefunden, die in frappierender Weise an die Penrose-Parkette erinnern.

Das Gespenstpuzzle

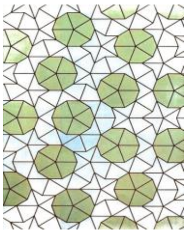
Das Gespensterpuzzle besteht im Gegensatz zu gewöhnlichen Puzzles nur aus gleichen Teilen - den Gespenstern. Aber es ist nicht nur ein Puzzle, es ist gleichzeitig auch ein ,,Parkett". In der Mathematik versteht man unter Parkettierung eine lückenlose Oberdeckung der Ebene mit sich nicht überlappenden Elementen. Da das Gespensterpuzzle nur aus gleichen Formen besteht, ist es ein relativ einfaches Puzzle. Den Kindern bereitet es aber viel Spaß, da man mit den Gespenstern eine Fläche komplett auslegen kann und am Ende ein großes und schönes Ergebnis hat. Ob abwechselnd blau und grün oder ganz und gar durcheinander - die Kinder bauen ein Muster ganz nach ihrem Geschmack.

Mathematischer Hintergrund Die Entstehung eines solchen Parketts ist einfach, aber raffiniert. Das in der Mathematikdidaktik als ,,Knabbertechnik" bezeichnete Vorgehen funktioniert folgendermaßen: Man beginnt zum Beispiel mit einem Quadrat, einem Rechteck oder, wie in diesem Fall, einem Parallelogramm. Wichtig ist, dass man mit der geometrischen Form ein lückenloses Parkett legen kann. So eignen sich Formen wie beispielsweise ein reguläres Fünfeck oder ein Kreis nicht. Um die ursprüngliche Form zu verändern und spannender zu machen, nimmt man einen Teil des Parallelogramms weg und fügt es ohne zu Drehen an der gegenüberliegenden Seite wieder an. Mathematisch ausgedruckt handelt es sich hierbei um eine Verschiebung. Die auf diese Weise entstandenen Teile passen exakt ineinander und können auch zu einem Parkett zusammengelegt werden. Mit ein bisschen Kreativität kann man so wundervolle Parkette selbst herstellen.

Mathematische, historische und kulturelle Hinweise: Es gibt viele verschiedene Parkette, wobei die einfachsten besonders interessant sind. Beispielsweise verwenden Bienen Sechsecke für ihre Waben. Das Parkett, welches aus von Sechsecken besteht, ist für die Waben der Bienen besonders geeignet. Das Sechseck ist das Vieleck mit den meisten Ecken, aus dem sich alleine noch ein Parkett legen lässt. Das heißt, es gibt kein Parkett, das ausschließlich aus regulären Siebenecken oder aus regulären Achtecken usw. besteht. Durch die vielen Ecken ist ein Sechseck schon ziemlich rund - für die Bienenlarven, die ebenfalls rund sind, also der ideale Brutraum.

Zum Weiterdenken: Wo im Alltag habt ihr schon Parkette gesehen? Mit welchen Formen kann man noch ein Parkett legen? Versuche eine interessante Form herzustellen, aus der sich ein Parkett legen lasst

Wer findet den Fisch?



Auf dem Poster an der Wand sieht man blaue und grüne Flächen, man assoziiert unmittelbar Wasser und Seerosen. Auf den zweiten Blick erkennt man, dass das gesamte Bild als Penrose-Parkett gestaltet ist. So besteht zum Beispiel jede „Seerose“ aus fünf „Drachen“. Neben dem Bild hängt ein „Fisch“ ´, der ebenfalls ein Ausschnitt aus einem Penrose-Parkett ist. Die Aufgabe besteht darin, den Fisch zu finden, also jene Stelle des Bildes, auf die Der Fisch perfekt passt.

Mathematischer Hintergrund: Es zeigt sich, dass der Fisch lediglich an einer Stelle passt, dort zwar in genau fünf verschiedenen Richtungen, aber eben nur an einer Stelle. Wenn man einen geeigneten größeren Ausschnitt des Parketts betrachten würde, würde man dort den Fisch an einer weiteren Stelle finden. Dem liegt eine merkwürdige Eigenschaft des Penrose-Parketts zugrunde: Jeder endliche Ausschnitt des Penrose-Parketts kommt an unendlich vielen Stellen innerhalb des Parketts vor. Wenn ein endliches Muster an zwei Stellen vorkommt, dann gibt es eine endliche Umgebung der ersten Stelle, die keine Umgebung der zweiten Stelle ist. Das Interessante ist, dass das Penrose-Parkett kein exotischer Sonderfall ist, sondern Bezüge zu vielen Gebieten der Mathematik aufweist.

Besonders spektakulär ist seine Beziehung **zum goldenen Schnitt** (das ist das Langenverhältnis von Diagonale und Seite eines regulären Fünfecks bzw. die Zahl (√5 1 /2. Drachen und Pfeil haben jeweils ,,lange" und „kürze" Seiten. Diese Längen verhalten sich im goldenen Schnitt. Drachen und Pfeil können leicht aus einem regulären Fünfeck konstruiert werden. In der Tat ist die Raute, die entsteht, wenn man einen Drachen und einen Pfeil zusammensetzt, ein Teil eines regulären Fünfecks bestehend aus zwei Selten und zwei Teilen von Diagonalen. In einem Penrose-Parkett ist das Verhältnis von Drachen zu Pfeilen exakt gleich dem goldenen Schnitt. Daraus ergibt sich übrigens die Aperiodizität. Denn bei einem periodischen Parkett aus zwei Typen von Parkettsteinen muss deren Zahlenverhältnis eine rationale Zahl sein, der goldene Schnitt ist aber irrational. Nicht zuletzt sollte man erwähnen, dass die Penrose-Parkette als Struktur der Quasikristalle eine wichtige Rolle spielen.

Zum Weiterdenken: Bestimm durch Betrachten des Penrose-Parkettes die lnnenwinkel der Drachen und Pfeile / In einem Penrose-Parkett kann man auch größere Drachen erkennen, die aus verschiedenen Puzzlesteinen zusammengesetzt sind, zum Beispiel die ,,Spitze" eines Fischs. Um welchen Faktor ist dieser Drachen großer als ein Puzzleteil in Drachenform?

Lights On! -Tisch – Muster erkennen

Sieben Lampen sind in einem Kreis angeordnet. Zu jeder Lampe gehört ein Druckknopf. Indem man ein paar Versuche macht, stellt man fest, dass ein Taster immer drei Lampen beeinflusst, und zwar die Lampe, zu der er gehört, und die rechts und links davon. Wenn man den Knopf bestätigt, ändert sich der Zustand all dieser Lampen: Diejenigen, die aus sind, gehen an und diejenigen, die an waren, werden ausgeschaltet. Die Aufgabe, die schon im Namen dieses Exponats ausgedrückt ist, besteht darin, alle Lampen anzuschalten.

Viele Menschen drucken zunächst planlos auf die Knöpfe. Auch so stoßen sie - zufällig - auf Situationen, die erfolgversprechend sind. Wenn zum Beispiel vier nebeneinanderliegende Lampen brennen, ist es leicht, alle Lampen anzuschalten: Man muss nur den Knopf drücken, der zur mittleren der noch ausgeschalteten Lampen gehört. Auch wenn nur eine Lampe leuchtet, hat man eine gute Situation getroffen. Denn mit einem Knopfdruck schafft man vier leuchtende Lampen in einer Reihe und mit einem weiteren, leuchten dann alle sieben Lampen.

Mathematischer Hintergrund: Es liegt nahe, dieses Experiment mit Nullen und Einsen, das heißt mit Bits zu beschreiben. In der Tat ist jede Lampe entweder aus oder an, ihr Zustand wird entsprechend mit 0 oder 1 bezeichnet. Wenn wir die Lampen beziehungsweise die Schalter mit den Zahlen 1 bis 7 nummerieren, können wir den Gesamtzustand aller Lampen durch eine Folge von sieben Bits beschreiben. Die Folge (1, 1, 0, 1, 0, 0, 1 kennzeichnet den Zustand, dass die Lampen Nr. 1, 2, 4 und 7 an sind, während die Lampen Nr. 3, 5, 6 aus sind.

Eine Betätigung eines Schalters, zum Beispiel des Schalters Nr. 2, verändert die Zustände von drei Lampen, in unserem Beispiel die Zustände der Lampen 1, 2, 3. Das kann man so ausdrücken, dass man zu dem

,,Zustandsvektor“ (1, 1, 0, 1, 0, 0, 1 den ,,Schaltervektor“ (1, 1, 1, 0, 0, 0, 0 addiert. Die Tatsache, dass die Lampen an den ersten beiden Stellen ausgehen, kann man durch die Gleichung
1 1 = 0 ausdrucken. (Die erste 1 sagt, dass die Lampe an ist, die zweite 1 besagt, dass der Zustand dieser Lampe geändert wird und die Null sagt, dass anschließend die Lampe aus ist. An der dritten Stelle lesen wir O 1 = 1; das besagt, dass eine Lampe, die ausgeschaltet ist (0 , durch Änderung ihres Zustands (1 angeschaltet wird (1 . Nun kann man systematisch untersuchen, ob man durch geeignete Kombination der Schaltervektoren jeden Zustand der Lampen in den Zustand (1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 bringen kann. In formaler Sprache lautet die entsprechende Frage: Bilden die Schaltervektoren eine Basis des Vektorraums aller binaren 7-Tupel?

Zur Geschichte: Die Idee für das Exponat ,,Lights on!" stammt von dem Spiel ,,Lights out!", das seit 1995 vertrieben wird. Es besteht aus einem 5x5-Gitter von Leuchten. Jede Leuchte ist auch ein Schalter; wenn man diesen drückt, ändert sich der Zustand dieser Leuchte und der vier benachbarten Leuchten. Ziel ist es dort, alle Leuchten zum Erlöschen zu bringen.

Zum Weiterdenken: Offenbar bringt es nichts, zweimal hintereinander den gleichen Schalter zu betätigen. Mache es dir klar, dass es auch dann „nichts bringt“, den gleichen Schalter zu betätigen, wenn dazwischen andere Schalter betätigt wurden.

- Wenn die Lampen aus sind: Wie kommt man dann in den Zustand, in dem alle Lampen an sind?
- Von welchen Zuständen aus kann man mit Betätigung nur eines Schalters (beziehungsweise mit der Betätigung von genau zwei Schaltern den Zustand erreichen, in dem alle Lampen an sind?

Knack den Code - PC

ein verschlüsselter Text soll geknackt werden. Schnell entwickelt man Tricks, wie man am besten beim Entschlüsseln vorgeht. Man analysiert sie Muster…

Omele Maschine – eine Apparatur zum Spiel mit hörbaren Mustern: Töne in der Zeit - Rhythmus

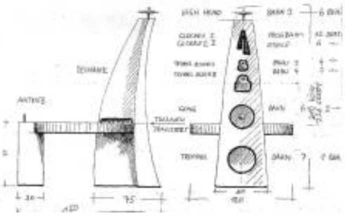
Begriffe und Phänomene:
Teiler
gemeinsamer Nenner
rhythmisches Motiv
Zeiteinteilung
Polyrhythmik

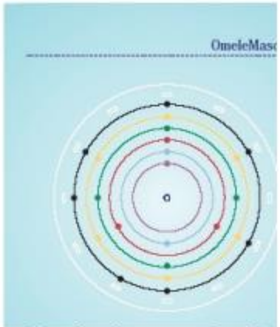
Material:
Stahl
Kugellager
Hubmagnete
Steuerelektrik
Perkussions-Instrumente

Beschreibung:
Eine große drehbare Scheibe ist – wie die Uhr – in 12 Segmente unterteilt. In den einzelnen Segmenten befinden sich Auslöser für verschiedene Perkussions-Instrumente. Diese Klangspuren können mit den Schaltern aktiviert werden. Bei einer Umdrehung ertönen wahlweise gerade oder ungerade Takte, entsprechend der Teiler der Zahl zwölf: 2, 3,4, 6. Zusätzlich ist auf einer Spur die westafrikanische Omele Rhythmus-Formel zu hören, die in verschiedenen rhythmischen Grundsituationen ganz unterschiedlich erlebt wird.

Bei einer Umdrehung ertönen:

- ein mal der Gong,
- zwei mal die Trommel,
- drei mal der tiefe Tempelblock,
- vier mal das Becken,
- sechs mal der helle Tempelblock.
- Die zweite Spur lässt die westafrikanische Omele-Formel auf der dunklen Glocke erklingen. Sie hört sich ganz unterschiedlich an, je nachdem ob 2,3,4 oder 6 Grundschläge sie begleiten.
- Die äußerste Spur mit den Drehmagneten erlaubt es, eigene Rhythmen für die helle Glocke zu erfinden.





By Michael Bradke