

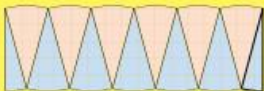
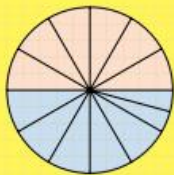
RUND + PERFECT

Wo ist der Anfang und wo das Ende? Beides wirst du an einem Kreis oder an einer Kugel nicht entdecken und das macht sie zu etwas ganz Besonderem. Die Kugel steht in unserer Kulturgeschichte für vollkommene Schönheit und göttliches Sein. Keine Ecken, keine Kanten? Wie soll man eine solche Form nur berechnen?!

Die Antwort heißt Pi: Will ich den Umfang eines Kreises ermitteln, muss ich nur den Durchmesser messen und diesen mal Pi nehmen, ganz egal, wie groß der Kreis ist. Mathematiker schreiben dann: Der Umfang U ist gleich der Durchmesser d mal die Kreiszahl Pi, oder: $U = d \cdot \pi$. Dass das so ist, wussten schon die Ägypter vor über 4.000 Jahren. Und sie hatten berechnet, dass man für diese „Kreiszahl“ 3,16 einsetzen muss. Genauer berechnet hat es Archimedes vor etwa 2.200 Jahren. Er kam auf 3,14. Weil er die Kreiszahl π (der griechische Buchstabe Pi) nannte, machen wir das bis heute so.

Mathematik ist die perfekte Methode, sich selbst an der Nase herum zu führen.
(Albert Einstein)

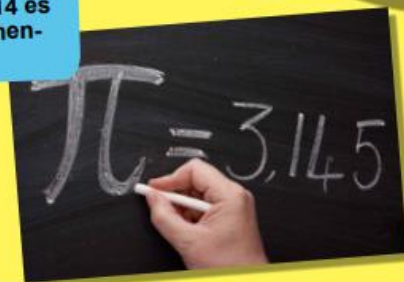
Wie kann ich einen Kreis berechnen? Das fragte sich bereits Archimedes vor über 2200 Jahren!



Hast du eine Idee, wie du einen Kreisumfang ermittelst, ohne die Zahl Pi?

Alles so schön rund hier!

Der Pi-Tag wird am 14.3. gefeiert, zu Ehren der Kreiszahl Pi, natürlich mit Kuchen. Im Englischen schreibt sich das 3/14 es ist der Pie Day, Kuchentag, kurz Pi-day!



Der Kopf ist rund, damit das Denken die Richtung wechseln kann
(Francis Picabia)



Dank vieler weiterer Mathematiker wissen wir, wie die Zahl weitergeht: Die ersten 100 Stellen von π lauten dabei wie folgt: 3.14159265358979323846264338327950288419716939937510 5820974944 5923078164 0628620899 8628034825 342117067...

Aber weil π eine sogenannte Transzendente Zahl ist, eine Zahl mit unendlich vielen Stellen nach dem Komma, die aber kein Muster haben, wird niemals jemand den ganz genauen Wert dieser wichtigen Zahl kennen. Und das heißt: es wird auch niemals jemand ganz exakt den Umfang eines Kreises berechnen können. Dafür findet sich in diesem unendlichen Zahlensalat vermutlich jede beliebige Zahlenkombination: dein Geburtstag zum Beispiel oder deine Telefonnummer.

Die Musik hat sich die Idee des Kreises als Modell für ihre Komposition angeeignet. Das Rondo ist bis heute eine der beliebtesten Musikformen. Es besteht aus einem einprägsamen, mehrmals wiederholten Teil, das ist der Refrain, und wechselnden Zwischenteilen, dem Kehrreim. Das Rondo gibt es entweder in Form einer Kette: A-B-A-C-A-D-A oder in Form eines Bogens: A-B-A-C-A-B-A. Fällt dir ein Lied ein?



Tabletops Katja von Puttkamer: Basics zum Kreis (Erklären der Wörter Radius, Durchmesser, Umfang)

Wie kann man einen solchen Kreis malen?

Kreis / Ellipse konstruieren.

Und berechnen? Ohne die Zahl Pi?

MUSIK

Der Kreis ist eine Form aus der Mathematik, und wenn wir an Formen denken, dann denken wir zunächst an Gegenstände, Geometrie und Architektur. Auch in der Musik gibt es Formen. Aber die Begriffe eckig, rund, hoch, breit etc. können wir nicht einfach auf die Musik übertragen. Die Formen in der Musik können wir besser mit den Formen in der Sprache vergleichen.: aus einzelnen Wörtern werden Sätze. Mit Sätzen werden Abschnitte gebildet – und so ist es auch in der Musik: einzelne musikalische Einfälle, werden zu Melodien oder Themen. Mehrere Melodien aneinandergereiht ergeben musikalische Abschnitte und schließlich größere Musikwerke. Der Komponist kann diese musikalischen Ideen auf verschiedene Weise aneinanderhängen. Wiederholung, Veränderung, Kontrast.

Es gibt verschiedene Formen in der Musik. Da gibt es Kanon, Refrain- /Strophenlieder, aber auch Rondo. Rondo bedeutet „eine kleine Runde“ und nimmt den Hörer mit auf eine kreisförmige musikalische Reise, auf der einem auch immer wieder das Hauptthema begegnet. Eine beliebte kompositorische Form, in klassischer Musik, aber auch bis heute. Ein Rondo ist ein musikalisches Liedstück, bei welchem zwischen sich wiederholenden Teilen neue Teile eingeschoben werden. Die Rondoform lässt sich am besten an diesem Schema seiner Teile verstehen:

Bogenrondo: A-B-A-C-A-B-A: Mozart: Rondo alla Turca

Kettenrondo: Beethoven: Für Elise (A-B-A-C-A)

Man hat einen Refrain und die Strophen haben verschiedene Melodien.

Im Unterschied zum Refrainlied: Schema A-B-A-B-A etc., (Die Affen rasen durch den Wald) hier haben alle Strophen die gleiche Melodie, nur der Text ändert sich.

Und ganz klein, gibt es die 3-teilige Liedform: A-B-A: Alle Vögel sind schon da / Morgen kommt der Weihnachtsmann (1835, Hoffman von Fallersleben:)

A Morgen kommt der Weihnachtsmann / Kommt mit seinen Gaben

B Bunte Lichter, Silberzier / Kind mit Krippe, Schaf und Stier

A Zottelbär und Panthertier / Möcht ich gerne haben

= Überleitung zu Pi, laaaaaange Zahl, Weihnachstag – wann kommt der Weihnachtsmann? 24.12.?

Suchen wir in dieser endlosen Zahl... Pi... / Dann deinen Geburtstag...:

PC – mein Geburtstag in Pi



Die Kreiszahl Pi fasziniert Mathematiker schon seit Tausenden von Jahren. Mit Pi kann man aus dem Durchmesser d eines Kreises seinen Umfang U bestimmen: $U = \pi \cdot d$. Die Faszination dieser Zahl erschließt sich auch aus der Spannung zwischen dieser einfachen Definition und den Widerständen, die die numerische Bestimmung der Zahl π bietet.

Mathematischer Hintergrund: Zunächst versuchte man, π durch einen endlichen Ausdruck zu bestimmen, wie etwa $\pi = 3$ oder $\pi = 22/7$. Archimedes war vermutlich der Erste, der eine Ahnung davon hatte, dass man π nie so einfach bestimmen können wird. Er bewies obere und untere Abschätzungen für π . Viel später, im Jahre 1761, bewies Johann Heinrich Lambert, dass π irrational ist, das bedeutet, dass jede neue Ziffer eine Überraschung ist. Im

Jahre 1882 bewies Ferdinand von Lindemann sogar, dass π transzendent ist. Das bedeutet, dass π keine Lösung einer Gleichung mit ganzzahligen Koeffizienten ist.

Mein Geburtstag in Pi zielt auf eine weitere Eigenschaft, die π - vermutlich - hat, nämlich die Normalität. Einfach gesagt, nennt man einen Dezimalbruch normal, wenn jede endliche Folge von Ziffern in den Nachkommastellen dieser Zahl vorkommt. (Genauer gesagt, wenn alle k stelligen Folgen gleich häufig vorkommen.) Man tippt ein Datum oder irgendeine 6-stellige Ziffernfolge ein und der Computer zeigt einem sofort die Stelle, an der diese Folge zum ersten Mal in π vorkommt. In π kommt jede 6-stellige Ziffernfolge vor, auch jede 8-stellige. Ob das aber im Allgemeinen gilt, weiß man bis heute nicht. Zum Beispiel weiß man nicht, ob in π irgendwo 1000 aufeinanderfolgende Nullen vorkommen.

Zum Weiterdenken: An welcher Stelle steht die erste Null in π ? / Stelle eine Tabelle auf, in der die Häufigkeit der Ziffern 0, 1, ..., 9 unter den ersten 100 Stellen von π eingetragen ist.

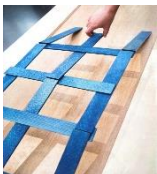
Die Brücke



Aus den blauen Teilen soll eine Brücke gebaut werden. Dieses Exponat eignet sich besonders gut dazu, im Team zu arbeiten und gemeinsam Schritt für Schritt die Brücke wachsen zu lassen. Wenn man sich die Teile genau anschaut, stellt man fest, dass sie eine kurze und eine lange Seite haben, also trapezförmig gestaltet sind. Möchte man zwei Teile miteinander verbinden, ist Feingefühl notwendig, denn es muss jeweils die kleinere Seite in die größere Seite gesteckt werden. Diese Umsetzung ist eine große Herausforderung für die Kinder, wird aber mit dem stetigen Wachsen der Brücke belohnt.

Mathematischer Hintergrund Das Prinzip dieser Brücke geht auf eine Konstruktion zurück, welche von Leonardo da Vinci im 15. Jahrhundert entwickelt wurde. Das Besondere an der Leonardobrücke ist, dass sie weder Nagel, Faden noch Klebstoff benötigt, um zu halten. Durch die spezielle Anordnung der Holzer stützen diese sich gegenseitig. Je nachdem, wie viele Holzer man verwendet, entstehen kleine oder große Brücken. Die Anordnung der Holzer, also das Baumuster, bleibt aber immer gleich. Bei der originalen Leonardobrücke muss man auch als Erwachsener viel Geduld und motorisches Geschick aufbringen, um aus den Leisten tatsächlich eine Brücke zu bauen. Daher befindet sich im Mini-Mathematikum die vereinfachte Version der Leonardobrücke, bei der immer vier Leisten zu einem Bauelement verbunden sind. Dadurch erhält die Brücke eine größere Stabilität. Diese motiviert dazu, eine immer größere Brücke zu bauen, und das Erfolgserlebnis lässt nicht lange auf sich warten. Bereits mit zwei dieser vorgefertigten Bauelemente lässt sich eine kleine Brücke errichten, die sich dann erweitern lässt. Am interessantesten ist aber wahrscheinlich, ob man herausfinden kann, welche maximale Spannweite die Brücke erreichen kann. Dies hängt mit dem Anstellwinkel der Teile zusammen. Der Anstellwinkel wiederum ist von der Dicke und der Länge der Holzer abhängig. Baut man genügend Bauelemente zusammen, entsteht eine Form, die zwar nicht mehr den Zweck einer Brücke erfüllt, aber dennoch sehr spannend für die Kinder ist: Die Brücke wird rund bis sie am Ende einen Kreis bildet.

Die Leonardobrücke



Die Aufgabe ist klar: Mit ein paar Leisten soll man eine Brücke bauen. Es gibt kein Zusatzmaterial wie Schnüre oder Schrauben oder Leim. Das Problem ist offenbar schwierig und man fühlt sich ein bisschen alleine gelassen. Aber das ist kein Wunder, denn die Idee stammt von Leonardo da Vinci, einem der inspiriertesten Erfinder aller Zeiten. Man braucht eine Skizze - und selbst damit ist es noch nicht einfach, die Brücke zu bauen.

Mathematischer Hintergrund: Wir beginnen mit der kleinsten Brücke, für die man nur acht Leisten benötigt. Sie ist stabil gegen Belastung von oben, reagiert allerdings empfindlich auf seitliche Bewegungen. Will man eine große begehbare Leonardo-Brücke bauen, ist es wichtig, die Balken durch Nägel o.ä. vor seitlichen Verschiebungen zu schützen. Diese kleinste Brücke kann man nun an einem Ende anheben und weiterbauen. Für jeden Schritt benötigt man fünf weitere Leisten. So erhält man - bei sorgfältigem Arbeiten - eine schöne große Brücke.

Das Experiment eignet sich besonders gut für eine Gruppenarbeit. Denn man muss sich gut absprechen und die Aufgaben entsprechend verteilen. Schon eine kleine Brücke gebaut zu haben, ist ein Erfolgserlebnis, und dieses wächst mit der Größe der Brücke.

Zur Geschichte: Leonardo da Vinci (1452-1519) war nicht nur einer der größten Künstler aller Zeiten, der zum Beispiel die Mona Lisa gemalt hat, sondern auch einer der genialsten Erfinder. Schon vor 500 Jahren hat er den Fallschirm und den Hubschrauber erfunden - Dinge weit jenseits des damals Realisierbaren. Aber er hat auch viele Dinge erfunden, die einen unmittelbaren praktischen Nutzen hatten. Besonders stolz war er auf seine zahlreichen Brückenkonstruktionen. „*Ich habe eine Anleitung zur Konstruktion sehr leichter und leicht transportabler Brücken*“, schrieb Leonardo da Vinci 1483 an seinen späteren Dienstherrn Ludovico Sforza (1452-1508).

Zum Weiterdenken:

Wie viele Leisten braucht man für die kleinste Brücke, wie viele für die zweitkleinste? Wie lautet die Formel im Allgemeinen? Wie groß ist der Winkel, mit der die Brücke auf dem Boden steht? Wie groß kann die Brücke werden? D.h. aus wie vielen „Modulen“ kann sie maximal bestehen?

Raumobjekt „Aus gradem wird rund“ KvPuttkamer, Bezug zu „Schwingung und Bögen“



In regelmäßigen Abständen von 6 Zentimetern werden Schnüre auf zwei Latten gespannt und eine Leiste um 90 Grad gedreht. Es entsteht eine gerundete Form.

Musikalische Architektur der Moderne.

Zur Weltausstellung in Brüssel 1958 entwickelt Le Corbusier und Iannis Xenakis die Idee einer „Raummusik“ – das sogenannte „Poème Electronique“ – des Komponisten Edgard Varèse und wird zur architektonischen Form, dem Philips-Pavillon.

Das elektronische Gedicht besteht aus Bildern, farbigen Rhythmen und Musik. Ein bisher nie dagewesenes audiovisuelles Kunstwerk, das Film, Musik, Farbe, Wort, Geräusch und Schweigen vereint. Das Gebäude wurde aus vorgespanntem Stahlbeton konstruiert, die einzelnen geschwungenen Flächen entstanden durch Holzschalungen mit geraden Linien/Latten, ebenso wie das Raumobjekt aus gerade wird rund.