



EXPONATE DRAUSSEN

Inhaltsverzeichnis

A

Am längeren Hebel 80

B

Boyo 76

C

Coanda – Wasserhaut 40

D

Drehpendel 42

E

Echorohr 38

Eigenwillige Schaukel 74

Eingefangene Wolke 52

F

Fallendes Wasser 34

Fernhörer 56

Flüsterstrecke 68

H

Himmelsfenster 70

Hirten-Sonnenuhr 16

Hängebrücke 72

Höher und weiter? 64

M

Mensch als Zeiger 22

Mond-Spaziergang 78

Musikalischer Wolkenbruch 44

R

Rock Spinner 82

Rote Entdecker 84

S

Schattenzaun 14

Schwebender Wasserhahn 66

Sonnenfänger 24

Spinnen-Sonnenuhr 12

T

Tanzende Steine 30

Tanzender Wasserschlauch 62

Tiefenverstärker 58

TRIAD – Metall, Stein, Holz 48

Tropf-Brunnen 26

V

Verzwickter Zielbrunnen 32

W

Wasserhüpfer 46

Wassermusik 50

Wasserwirbel 18

Wie du mir, so ich dir 54

Wildwasserrad 36

Windmaschine 28

Wipp-Pumpe 60

Z

Ziffern-Sonnenuhr 20

Zeitkorrektur Sonnenuhren 86

Nach Ort

Spinnen-Sonnenuhr	12	Wipp-Pumpe	60
Schattenzaun	14	Tanzender Wasserschlauch	62
Hirten-Sonnenuhr	16	Höher und weiter?	64
Wasserwirbel	18	Schwebender Wasserhahn	66
		Flüsterstrecke	68
Ziffern-Sonnenuhr	20		
Mensch als Zeiger	22	Himmelsfenster	70
Sonnenfänger	24	Hängebrücke	72
Tropf-Brunnen	26	Eigenwillige Schaukel	74
Windmaschine	28	Boyo	76
		Mond-Spaziergang	78
Tanzende Steine	30		
Verzwickter Zielbrunnen	32	Am längeren Hebel	80
Fallendes Wasser	34	Rock Spinner	82
Wildwasserrad	36	Rote Entdecker	84
Echorohr	38		
		Zeitkorrektur Sonnenuhren	86
Coanda – Wasserhaut	40		
Drehpendel	42		
Musikalischer Wolkenbruch	44		
Wasserhüpfer	46		
TRIAD – Metall, Stein, Holz	48		
Wassermusik	50		
Eingefangene Wolke	52		
Wie du mir, so ich dir	54		
Fernhörer	56		
Tiefenverstärker	58		

Technorama Draussen – ein Park entsteht

XXL ruft – ab nach draussen! Das Technorama ist mit über 500 Exponaten schon jetzt eines der grössten Science Center Europas – mit dem Technorama-Park und der Wunderbrücke stossen wir nun in neue Dimensionen vor. So können wir auch die grossen Naturkräfte erlebbar machen – in ihrem natürlichen Umfeld, draussen in der Natur. Naturphänomene können in der neuen Ausseranlage mit allen Sinnen erlebt und am eigenen Leibe erfahren werden und machen das Technorama damit zu einem vielseitigen Ausflugsziel – auch bei schönem Wetter. Natürlich gilt auch hier unser Grundsatz: Im Technorama darf man alles berühren, damit spielen und experimentieren – Anfassen ist sogar explizit erwünscht!

Das Gesamtbudget für das Bauvorhaben betrug CHF 16'600'000.









Parkanlage

Mit gut 15'000 Quadratmetern ist der Aussenbereich nicht nur doppelt so gross wie alle Ausstellungsflächen im Technorama zusammen, sondern auch ein Erlebnis an sich: Schlendern Sie auf verschlungenen Pfaden durch einen dichten Stangenwald, entdecken Sie auf Wiesen und an den Ufern die Natur und erleben Sie staunend völlig neue Dimensionen.

«Technorama Draussen» versteht sich als natürliches Kontrastprogramm zur Erlebniswelt in den Ausstellungen und Laboren. Unter freiem Himmel können Sie eine attraktive Experimentierlandschaft im Zusammenspiel von Naturerlebnis, Experimenten, Erholung und Entspannung entdecken.

Natur-Park

Die Neugestaltung des Parks ging mit einer ökologischen Aufwertung Hand in Hand.

So wurde der Riedbach von seinem monotonen Betonbett befreit und im Bereich des Parks revitalisiert. Durch Beschattung mit einheimischen Pflanzen und ein tieferes Bachbett wurde die Wassererwärmung reduziert und auch für Fische besser passierbar gemacht. Mit Steinen und Reisigbündeln ist der Uferbereich neugestaltet, das bietet Insektenlarven und Fischen besseren Unterschlupf und erhöht die Strömungsvielfalt.

Auch im Teich haben sich schon viele Reptilien, Amphibien und Insektenarten angesiedelt. Ein gefundenes Fressen für diverse Vogelarten und Fledermäuse die im neu gestalteten Park unterschiedlichste Nistkästen und Unterschlüpf finden. Halten sie auch nach Wildbienen Ausschau.



Wunderbrücke

Die 130 Meter lange und bis zu 17 Meter hohe Wunderbrücke ist eine Ingenieurmeisterleistung ikonografischer Strahlkraft und bietet als Wahrzeichen von Winterthur Platz für viele spannende Experimente inmitten von Baumwipfeln – sensationelle Ausblicke, Weitsicht und neue Perspektiven.

Über vier unterschiedlich geneigte Treppen gelangen die Gäste auf die Plattform. Wer sich traut, kann auf der beweglichen Kragbühne am höchsten Punkt der Brücke oder auf einem Glasboden die Höhe besonders intensiv erleben!

Partner der ersten Stunde bei der Wunderbrücke ist der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein SIA.

Exponate

Die Kraft von fünf Tonnen Wasser erleben, die Welt mit den Augen eines Riesen sehen und Spaziergänge wie auf dem Mond machen! Im Park warten rund 30 Exponate und Kunstwerke zum Experimentieren und Begreifen.

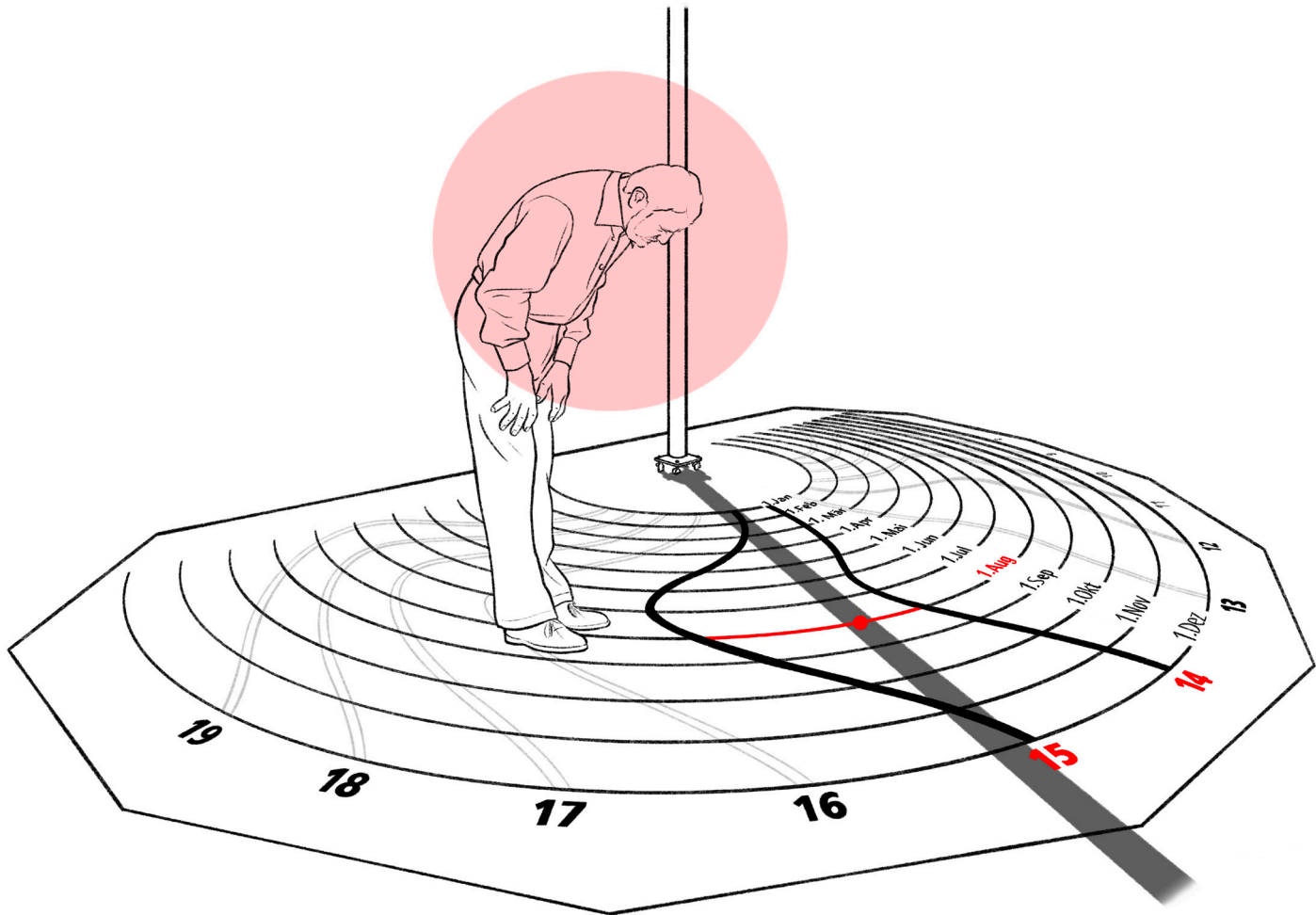
Naturphänomene, die viel Raum, Höhe oder den Bezug zur natürlichen Umwelt benötigen finden nun im Aussenbereich Platz. Dazu gehören insbesondere komplexe oder grosse (Wasser-) Exponate. Dazu kommt eine Reihe von Kunstwerken, die auf ästhetische Art und Weise Naturphänomene näherbringen.

Die meisten Exponate sind im Technorama entstanden: In der hauseigenen Werkstatt wurden sie konzipiert, getestet und gebaut.





Spinnen-Sonnenuhr





Was tun und beobachten?

Ein Fahnenmast und eine spinnennetzartige Zeichnung am Boden – damit kannst du die Uhrzeit bestimmen. Dazu suchst du dir zunächst bei den Monatsangaben den heutigen Datumskreis aus. Dann gehst du auf ihm bis zum Schatten und liest an diesem Punkt mithilfe der bunten Linien die Uhrzeit ab. Wie genau stimmt die Sonnenuhr-Zeit mit deiner Uhrzeit überein?



Was passiert da?

Im Laufe eines Tages wandert der Schatten über die Datumshalbkreise am Boden. Die eigenartigen Biegungen der bunten Stundenlinien spiegeln die Tatsache wider, dass der Sonnenstand je nach Jahreszeit unterschiedlich ist: Im März steht die Sonne beispielsweise um 10 Uhr morgens ganz woanders als im Juli. Der Schatten des Fahnenmastes weist also je nach Jahreszeit zur immer gleichen Uhrzeit stets in eine andere Richtung. Die Biegung der Stundenlinien gleicht diese Richtungsänderungen aus. Stundenlinien und Datumshalbkreise erinnern an eine Spinne in ihrem Netz. Um von der hier abgelesenen Zeit zur tatsächlich aktuellen Uhrzeit zu gelangen, musst du noch den datumsabhängigen Zeitausgleich dazurechnen. Wie das geht, erfährst du auf Seite 86. Die sogenannte Längengradkorrektur für Winterthur und die Sommerzeit sind bei der Spinnen-Sonnenuhr bereits mit eingebaut.



Was ist daran besonders?

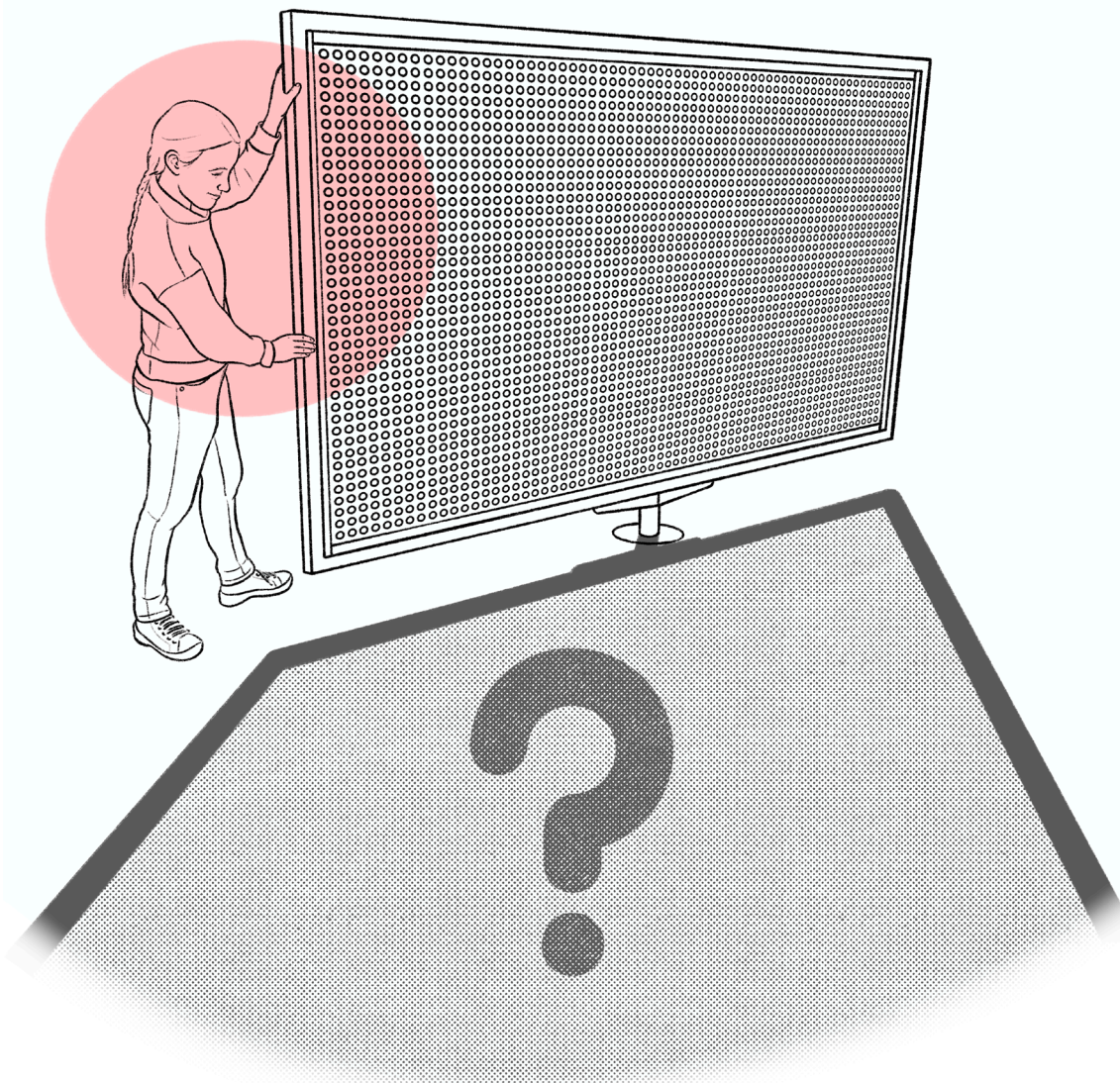
Seit Menschengedenken dienen Sonnenuhren dazu, die Zeit zu messen und in sinnvolle Zeitabschnitte einzuteilen. Jede Sonnenuhr zeigt in der Regel aber nur die Wahre Ortszeit (WOZ) an. Sie entspricht dem Stand der Sonne am jeweiligen Ort der Betrachtung. Eine einheitliche Zeitangabe für verschiedene Orte ist damit nicht möglich. Deswegen teilte man die Erde in verschiedene Zeitzonen ein, in denen es überall gleich spät ist. Unsere Alltagsuhren richten sich nach der Mitteleuropäischen Zeit (MEZ) und im Sommerhalbjahr nach der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ). Diese entspricht der Wahren Ortszeit (WOZ) von Görlitz in Deutschland.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Schattenzaun

by Drzach & Suchy





Was tun und beobachten?

Diese Schattenzäune funktionieren nur bei Sonnenschein. Dann sind in ihren Schatten Bilder und Texte zu sehen. Die Zäune sind Bleche mit Löchern und seitlich abstehenden Platten. Beim Drehen der Zäune kannst du, je nach Sonnenstand, unterschiedliche Botschaften sehen.



Was passiert da?

Auf den Schattenzäunen sind in der exakt ausgeklügelten Anordnung von Löchern und Platten die Informationen verschiedener Bilder und Texte gespeichert. Die Pixelwerte als bildgebende Punkte sind in den Löchern und den senkrecht abstehenden Platten kodiert: Trifft das Sonnenlicht auf eine Platte, entsteht am Boden ein dunkler Schattenpunkt. Fällt das Licht durch ein Loch, erscheint ein heller Lichtpunkt am Boden. In ihrer Gesamtheit ergeben die Pixelwerte dann ein Bild oder Wort. Welche Botschaft jeweils zu sehen ist, hängt von der Ausrichtung der Sonne zum Zaun ab.



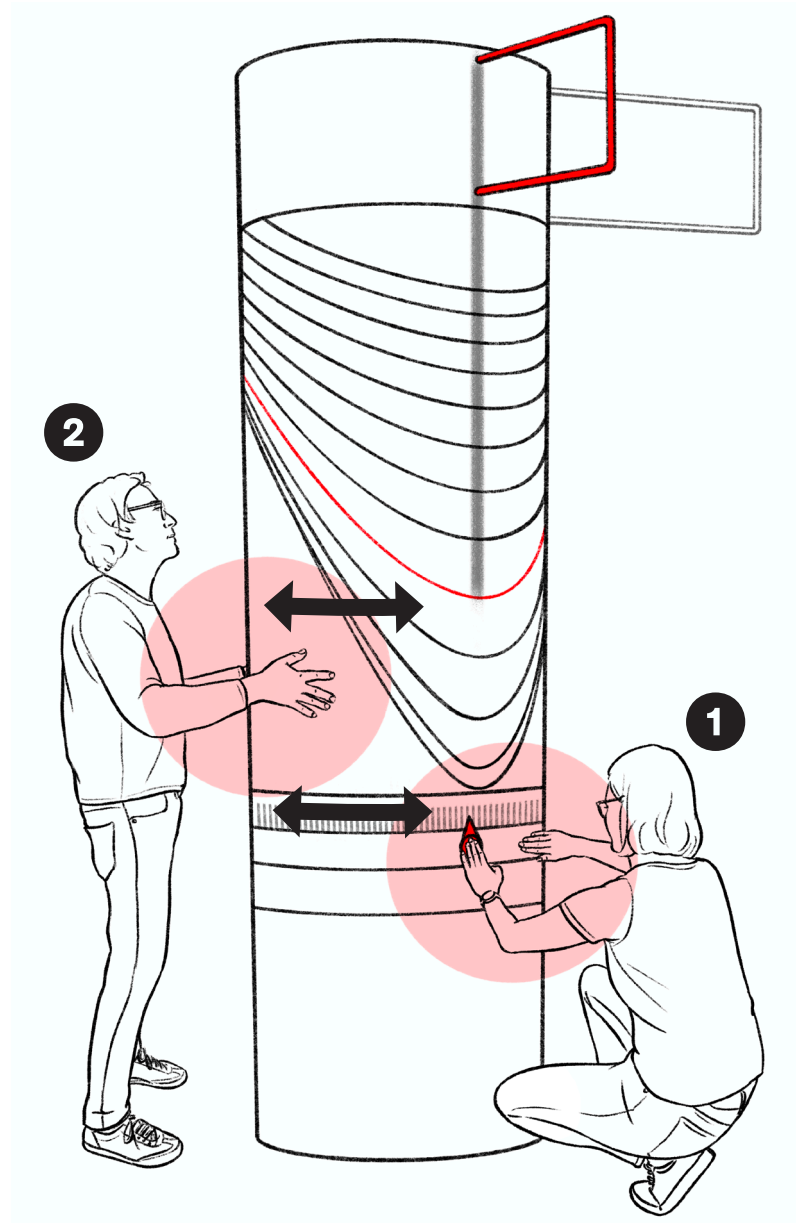
Was ist daran besonders?

Auch die Bilder und Texte auf Smartphones, Computerbildschirmen oder heutigen Fernsehern bestehen aus Pixeln. Ein einziges Bild kann aus Hunderten bis vielen Millionen Bildpunkten oder Pixeln (daher die «Megapixel») bestehen. Jeder Farbpixel wird durch drei eng nebeneinander liegende Leuchtelemente in den Grundfarben Rot, Grün und Blau (RGB) dargestellt. Ob das Bild dann scharf ist oder «verpixelt» erscheint, hängt von der Auflösung ab, also der Anzahl von Pixeln pro Fläche. Auf deinem Smartphone kannst du die einzelnen Pixel erkennen, wenn du den Bildschirm mit der Lupe betrachtest.

Idee und Realisation: Drzach & Suchy, Zürich/CH



Hirten-Sonnenuhr





Was tun und beobachten?

Die Stäbe oben an der Uhr müssen so ausgerichtet werden, dass ihr Schattenwurf eine einzige Linie bildet. Zudem muss unten das richtige Datum eingestellt sein. An der Stundenlinie, auf die der Schatten trifft, kannst du die Uhrzeit ablesen. Stimmt sie mit deiner Uhrzeit überein oder musst du noch Korrekturzeiten dazurechnen? Hast du eine Idee, warum auf den Stundenlinien zwei Zahlen angegeben sind?



Was passiert da?

Diese Sonnenuhr ist eine Höhensonnenuhr und viele Hirten hatten sie früher bei sich. Sie nutzt die periodische Auf- und Abwärtsbewegung, welche die Sonne während eines jeden Tages vollzieht – vom Aufsteigen am Morgen über ihre grösste Höhe um 12 Uhr mittags bis zum anschliessenden Absinken. Die Kurven oder Stundenlinien sind auf dem Zylinder so angeordnet, dass die Höhe der Sonne bzw. deren Schatten eine bestimmte Uhrzeit anzeigt. Da die Sonne an einem Tag zweimal dieselbe Höhe hat, zeigt auch die Sonnenuhr zwei Tageszeiten gleichzeitig, beispielsweise 9 und 15 Uhr oder 10 und 14 Uhr. Die Auf- und Abwärtsbewegung der Sonne ist im Sommer ausgeprägter als im Winter. Darum sind die Schatten des Stabes im Sommer sehr lang und im Winter, wenn die Sonne tiefer steht, sehr kurz. Die Sonnenuhr funktioniert allerdings nur, wenn das richtige Datum eingestellt ist. Dann kann

man die sogenannte Wahre Ortszeit (WOZ) ablesen. Das ist die Zeit, die dem Stand der Sonne hier in Winterthur entspricht. Um von ihr zur tatsächlichen Uhrzeit zu gelangen, musst du die Längengradkorrektur, den Zeitausgleich und die Sommerzeit dazurechnen. Ausführliche Informationen dazu findest du auf Seite 86.



Was ist daran besonders?

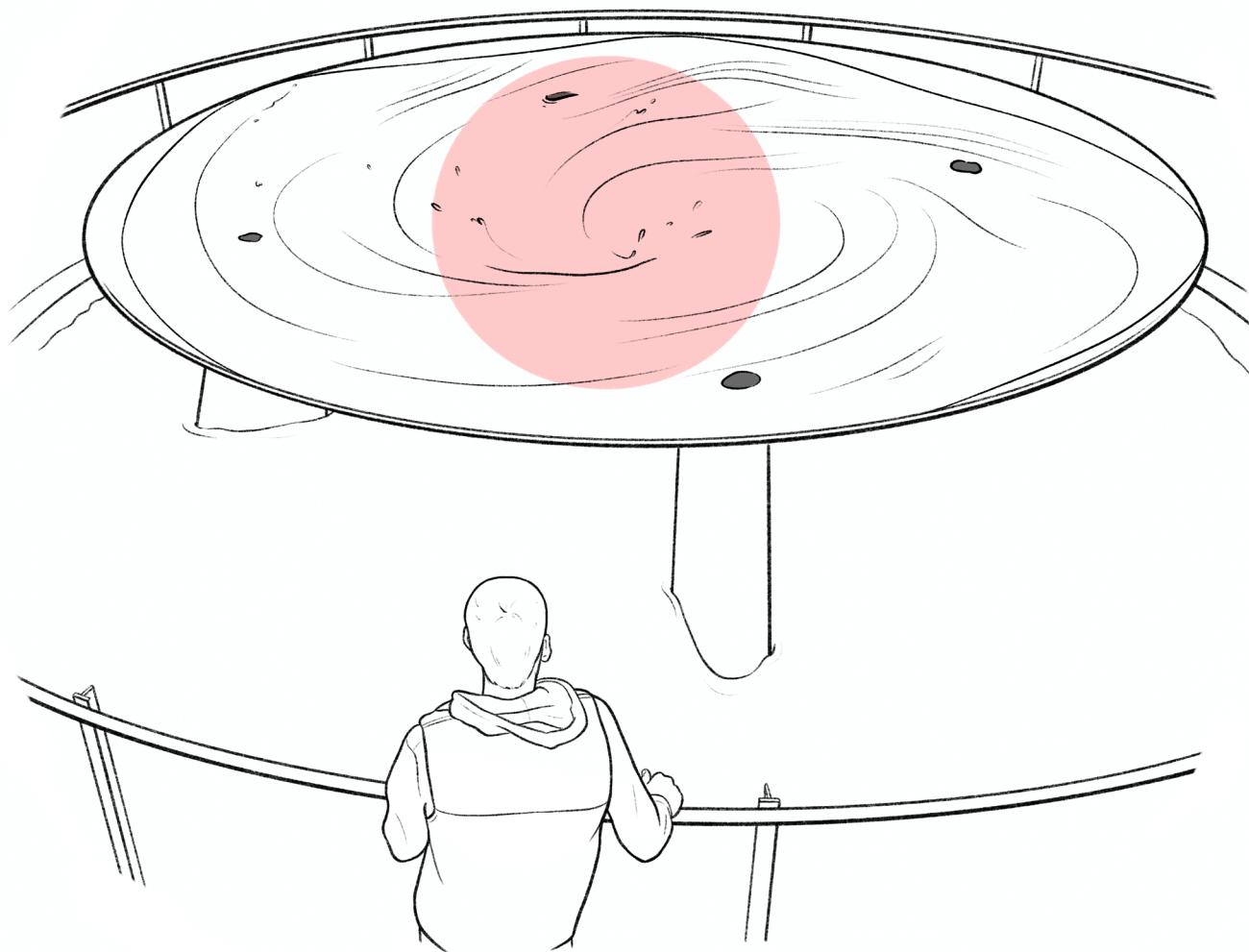
Die Wahre Ortszeit (WOZ) ist für alle Lebewesen die natürliche Zeit, an die sich verschiedenste Lebensfunktionen optimal angepasst haben. Unsere aktuelle Jetzt-Zeit ist dagegen künstlich definiert. Dazu wurde die Erde in verschiedene Zeitzonen eingeteilt. In unserer Zone gilt die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) bzw. im Sommerhalbjahr die Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ). Dies entspricht der WOZ von Görlitz, also der Zeit, die unsere Armbanduhren oder Handys anzeigen. Daher sollte die Zeit, die von unseren Sonnenuhren angezeigt wird, entsprechend korrigiert werden.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Wasserwirbel

by Ned Kahn





Was tun und beobachten?

Verfolgst du die Bewegungen des Wassers von den vier Ausströmdüsen bis zum leicht dezentralen Abflussloch, kannst du verschiedene Phasen erkennen. Die Phasen verändern sich je nach Menge und Geschwindigkeit des einströmenden Wassers – vom Hin- und Herschwappen, über den Wasserwirbel, bis zum Überlaufen der Wanne. Gibt es auch eine Phase, wo du meinst, die Drehrichtung des Wirbels ändere sich?



Was passiert da?

Die Schale füllt und leert sich automatisch immer wieder aufs Neue. Wegen des seitlich einströmenden Wassers und des leicht dezentral liegenden Abflusslochs fliesst das Wasser aber nicht einfach ab. Vielmehr beginnt es sich im Kreis zu drehen, über den Rand zu schwappen und phasenweise einen Wasserwirbel auszubilden. Welches Stadium du gerade siehst, hängt von der aktuellen Wassermenge und der Fliessgeschwindigkeit ab. Die einfliessende Wassermenge ist je nach Phase verschieden, die Drehrichtung des Wasserwirbels hängt von der Strömungsrichtung ab. Je mehr Wasser einfliesst, desto stärker, tiefer und schneller wird der Wirbel. Der Wirbeltrichter setzt sich spiralförmig nach unten fort und kann dabei, durch das exzentrische Loch, auch etwas hin- und herwandern. Die spiralförmige Wellenbewegung läuft am Anfang mit der Flussrichtung von aussen nach innen, in einer

anderen Phase läuft aber die Wellenbewegung der Spirale von innen nach aussen und man hat den Eindruck, die Flussrichtung habe sich geändert.



Was ist daran besonders?

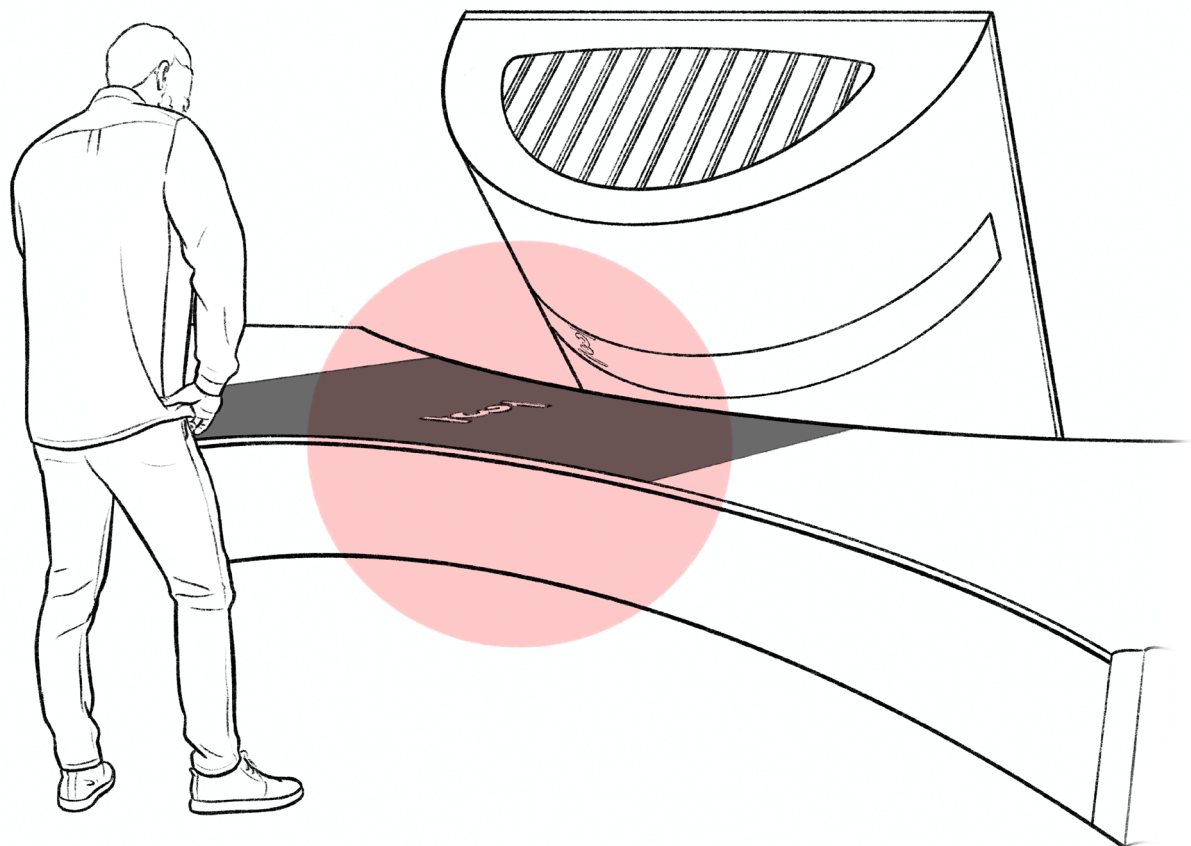
Derartige Auslaufwirbel kannst du auch beim Wasserabfluss in der Badewanne beobachten. Die Drehrichtung des Wirbels ist allerdings nicht Folge der Erdrotation, sondern bauartbedingt und beispielsweise auf ein minimal schief sitzendes Abflusssieb zurückzuführen. In der Natur treten ähnliche Strudel und Verwirbelungen auch oft auf, etwa in Form von Wirbelstürmen und Tornados.

Idee: Ned Kahn, Sebastopol/USA

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Ziffern-Sonnenuhr





Was tun und beobachten?

Bei dieser Sonnenuhr kannst du die Uhrzeit indirekt über die Leuchtziffern auf dem Podest ablesen. Stimmt die angezeigte Zeit mit der Uhrzeit auf deiner Armbanduhr oder deinem Smartphone überein?



Was passiert da?

Die Sonnenuhr hat eine Spalte, die parallel zur Erdachse steht. Wenn die Sonne scheint, fällt ein Lichtstreifen durch diese Spalte auf den Zylinder. Dessen durchscheinende Stundenzahlen erscheinen dann auf dem Podest. Auf dem Zylinder überstreicht der Lichtstreifen innerhalb einer Stunde einen Winkel von 15 Grad ($360^\circ: 24\text{h} = 15^\circ/\text{h}$). Bei dieser Sonnenuhr sind die Sommerzeit und die sogenannte Längengradkorrektur für Winterthur bereits eingebaut. Um zur aktuellen Uhrzeit zu gelangen, muss aber noch der sogenannte Zeitausgleich als weitere, datumsabhängige Zeitkorrektur mit einberechnet werden. Ausführliche Informationen dazu findest du auf Seite 86.



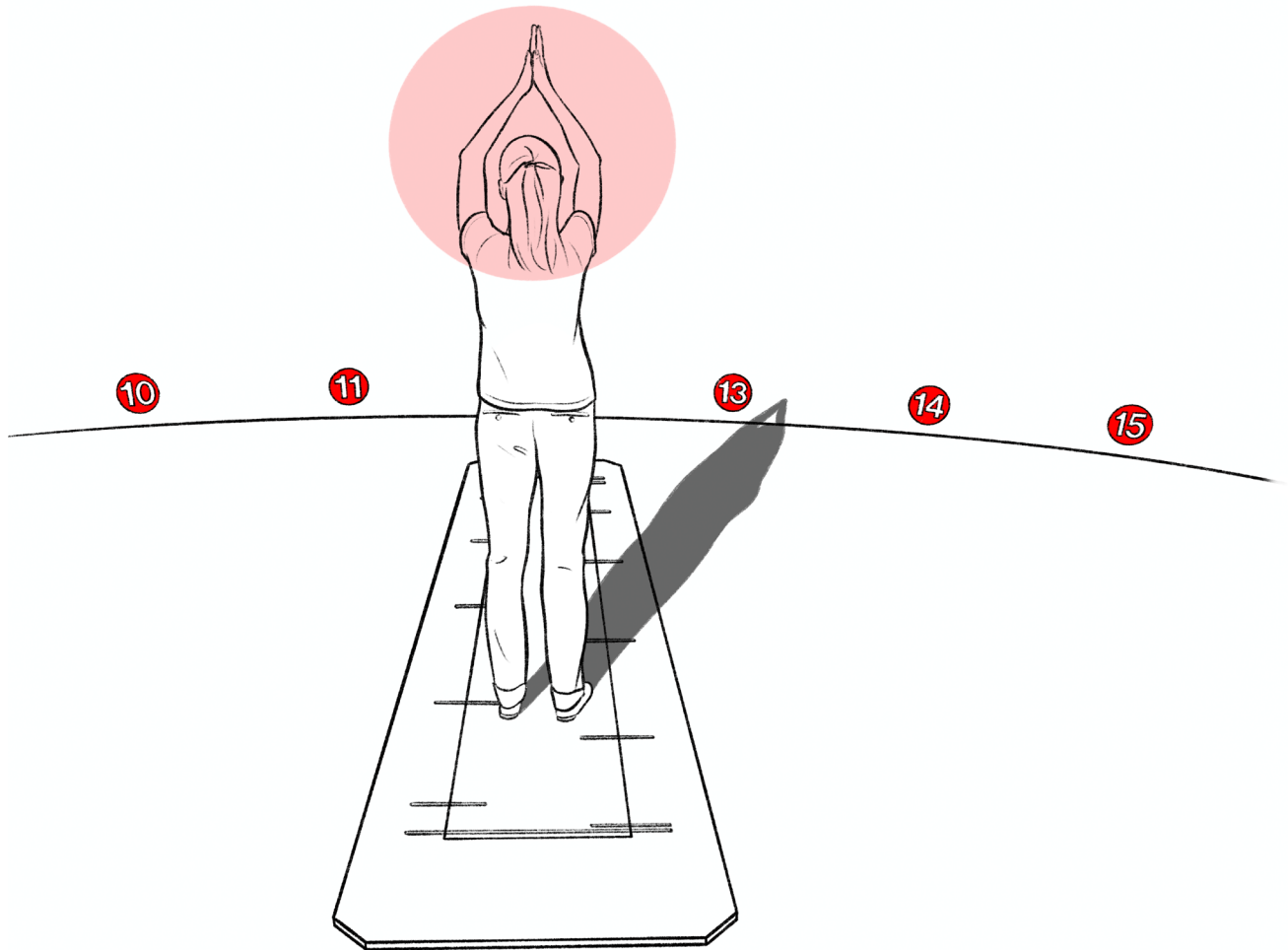
Was ist daran besonders?

Schon seit vielen Tausend Jahren nutzen Menschen Sonnenuhren, um die Zeit zu messen. Jede Sonnenuhr zeigt aber nur die Wahre Ortszeit (WOZ) an, also die Zeit, die dem Stand der Sonne am Ort der Betrachtung entspricht. Um eine ortsunabhängige, allgemeingültige Zeit zu erzielen, nach der sich beispielsweise Zugfahrpläne richten können, teilte man Mitte des vorletzten Jahrhunderts die Erdoberfläche in 24 verschiedene Zeitzonen ein. Innerhalb jeder Zone gilt überall die gleiche Zeit. Wir richten uns im Alltag nach der Mitteleuropäischen Zeit (MEZ) bzw. im Sommerhalbjahr nach der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ). Diese entspricht der Wahren Ortszeit (WOZ) von Görlitz in Deutschland.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Mensch als Zeiger





Was tun und beobachten?

Bei dieser Sonnenuhr bist du der Zeiger und mit deinem Schatten kannst du die Uhrzeit ablesen. Dazu stellst du dich auf der Datumsskala auf den aktuellen Monat. Stimmt die angezeigte Sonnenzeit mit der Uhrzeit auf deiner Armbanduhr oder deinem Smartphone überein?



Was passiert da?

Die Datumsskala gleicht die Unterschiede aus, die sich aus dem jahreszeitlichen Lauf der Sonne ergeben. Schliesslich steht die Sonne ja im Sommer viel höher am Himmel und legt einen weiteren Weg zurück als im Winter. Um 10 Uhr morgens beispielsweise steht die Sonne im Sommer ganz woanders als um 10 Uhr im Winter, nämlich viel weiter im Osten. Ein Schattenwerfer einer Sonnenuhr wirft also je nach Jahreszeit den Schatten zur gleichen Uhrzeit in eine andere Richtung. Diese jahreszeitbedingten Richtungsabweichungen kannst du mit der richtigen Position auf der Datumsskala ausgleichen. Wundere dich aber nicht, wenn dein Schatten eine ganz andere Zeit als deine Armbanduhr anzeigt. Das liegt daran, dass die Sonnenuhr die sogenannte Wahre Ortszeit (WOZ) wiedergibt, also die Zeit, welche die Sonne gerade über dem Technorama anzeigt. Um von der WOZ zur tatsächlichen Uhrzeit zu gelangen, musst du noch die Längengradkorrektur, den datumsabhängigen Zeitausgleich und die Sommerzeit dazu-

rechnen. Informationen dazu findest du auf Seite 86.



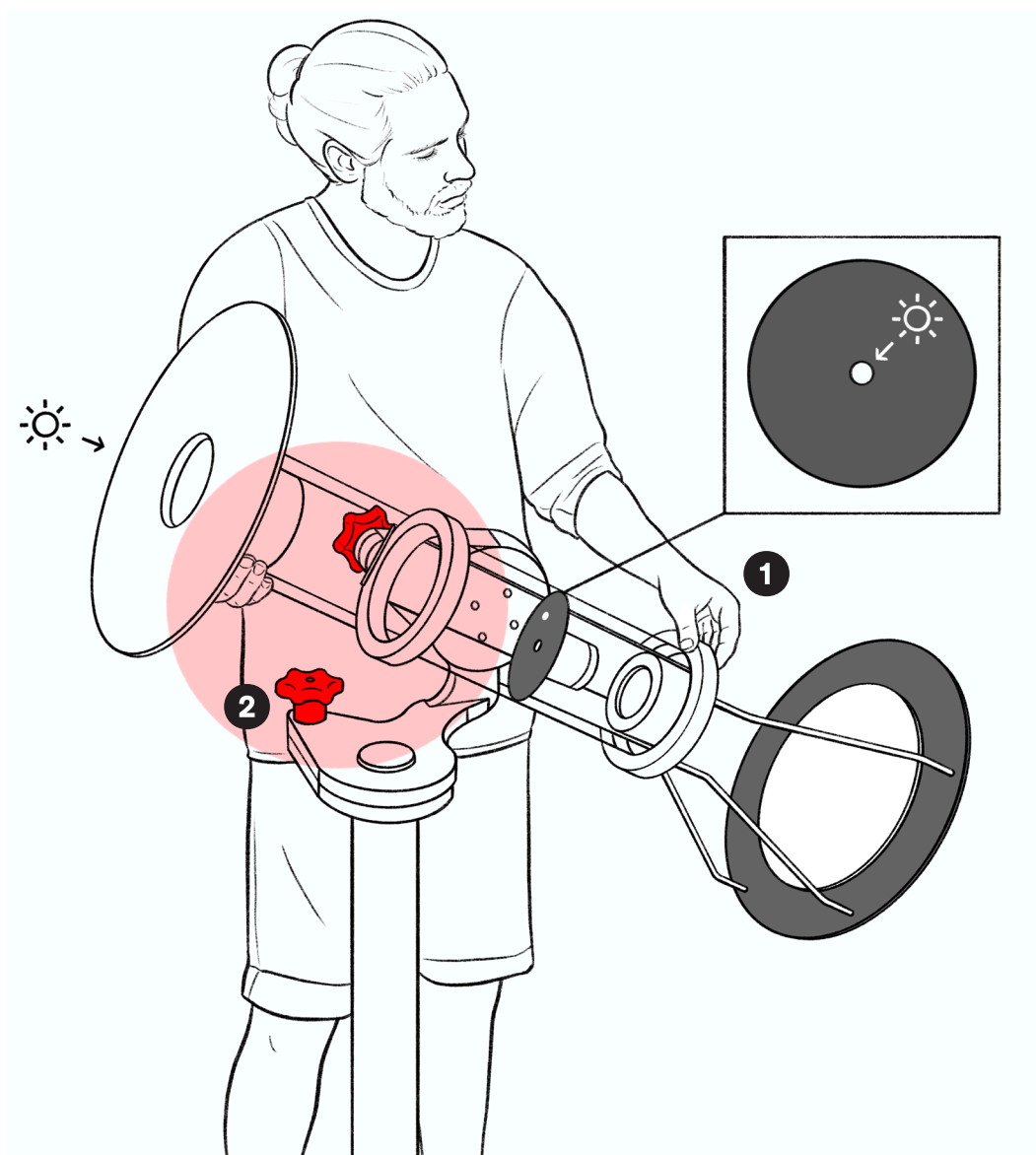
Was ist daran besonders?

Sonnenuhren teilen seit Jahrtausenden den täglichen Gang der Sonne in für die Menschen sinnvolle Zeitabschnitte ein. Wie diese Sonnenuhr, zeigen sie jedoch immer die Wahre Ortszeit (WOZ) am jeweiligen Ort der Betrachtung an. Das ist die natürliche Zeit, an die sich alle Lebewesen optimal angepasst haben. Unsere aktuelle Zeit ist dagegen künstlich festgelegt, resultierend aus der Aufteilung der Erde in verschiedene Zeitzonen. Bei uns gilt die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) und im Sommerhalbjahr die Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ). Unsere Referenzzeitzone ist diejenige von Görlitz (die Mitteleuropäische Zeit MEZ). Daher entspricht die WOZ von Görlitz jener Zeit, die unsere Armbanduhren oder Handys anzeigen. Die Zeit, die von unseren Sonnenuhren angezeigt wird, muss also entsprechend korrigiert werden.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Sonnenfänger





Was tun und beobachten?

Mit dem Sonnenfänger kannst du indirekt und damit völlig gefahrlos die Sonne betrachten. Richte das Rohr zur Sonne aus – dazu muss das Sonnenlicht über die Linse durch das gekennzeichnete Loch auf der Blende im Plexirohr auf die Projektionsfläche gebracht werden. Das geht am besten mit den roten Einstellrädchen. So kannst du vielleicht einen oder sogar mehrere dunkle Sonnenflecken erkennen. Warum musst du den Sonnenfänger nach kurzer Zeit immer wieder neu ausrichten?



Was passiert da?

Der Sonnenfänger projiziert das Bild der Sonne mittels eines Linsensystems auf den Schirm. Die Sonne besteht aus Gasen, ist etwa 150 Millionen Kilometer entfernt und rund 110-mal grösser als die Erde. Auf ihrer Oberfläche herrschen Temperaturen von rund 6000°C. Die Sonnenflecken, die du mit dem Sonnenfänger entdecken kannst, sind unregelmässig begrenzte Stellen mit dunklem Kern und hellerem, strukturiertem Äusserem. Sonnenflecken sind Pole sehr kräftiger Magnetfelder. Diese behindern die Wärmeströmung zur Sonnenoberfläche und sind deshalb mit ca. 4000°C viel kühler als die übrige Sonnenoberfläche und erscheinen uns dunkler. Sie können Durchmesser zwischen einigen 1000 bis etwa 50 000 km aufweisen. Ihre Lebensdauer liegt zwischen wenigen und etwa 100 Tagen. Sie treten pe-

riodisch innerhalb eines 11-jährigen Zyklus auf (Sonnenfleckenzyklus). Ihre Entstehung ist bislang noch nicht restlos geklärt. Dass du den Sonnenfänger ständig neu nach der Sonne ausrichten musst, liegt an der Erdrotation: Die Erde dreht sich ständig weiter und deshalb wandert die Sonne scheinbar immer wieder aus der Mitte des Projektionsbildschirmes hinaus.



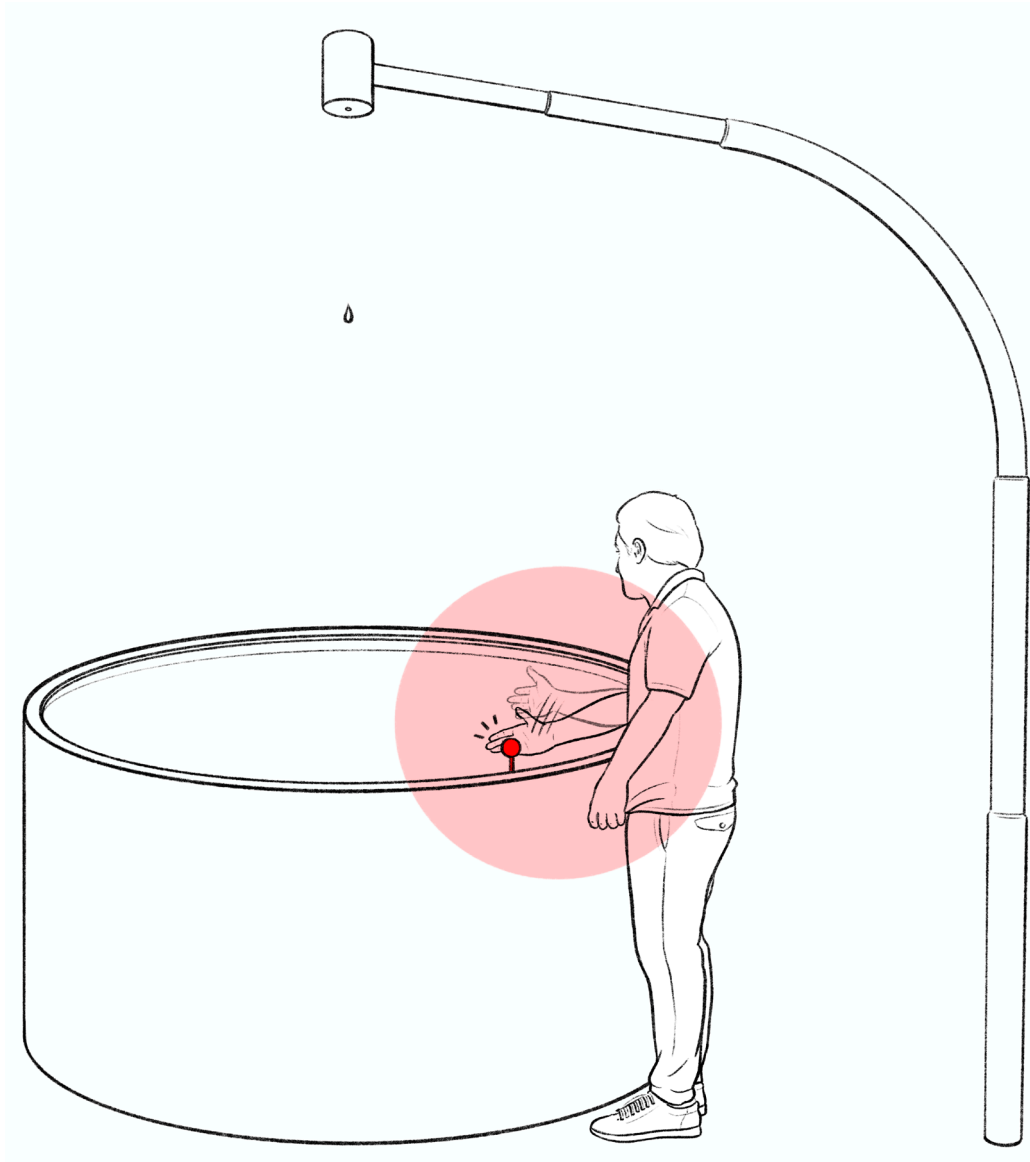
Was ist daran besonders?

Schaue nie ungeschützt in die Sonne! Der direkte Blick ist sehr gefährlich, da dadurch die Netzhaut unserer Augen dauerhaft geschädigt oder zerstört werden kann. Mit Instrumenten wie unserem Sonnenfänger können wir die Sonne dagegen ungefährlich und auch genauer betrachten. Noch detailliertere Bilder liefern spezielle Sonnenteleskope, wie sie in Sternwarten zu finden sind.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Tropf-Brunnen





Was tun und beobachten?

Die herabfallenden Tropfen, deine Fingerspitzen, dein Klopfen am seitlichen Hebel, manchmal auch ein Windstoss, erzeugen Wellen im Brunnen, welche vom Brunnenrand zurückgeworfen werden. Ankommen- und zurückgeworfene Wellen überlagern sich, werden verstärkt oder löschen sich gegenseitig aus. Als Folge entstehen interessante Wellenmuster, die bei Sonnenschein als Schatten sehr gut sichtbar sind.



Was passiert da?

Das Phänomen des Zurückwerfens von Wellen wird Reflexion genannt, das Überlagern von Wellen heisst Interferenz. Interferenzen und Reflexionen lassen sich auch bei Experimenten mit Lichtstrahlen beobachten. Die hellen und dunklen Muster, die du bei Sonnenschein am Brunnenboden siehst, sind ein optischer Effekt – dieses Phänomen nennt man Kaustik. Es entsteht dadurch, dass das Sonnenlicht durch die Wellen in bestimmten Bereichen wie durch Linsen gebündelt oder gestreut wird. Diese Bereiche erscheinen dann als helle Streifen auf dem Grund.



Was ist daran besonders?

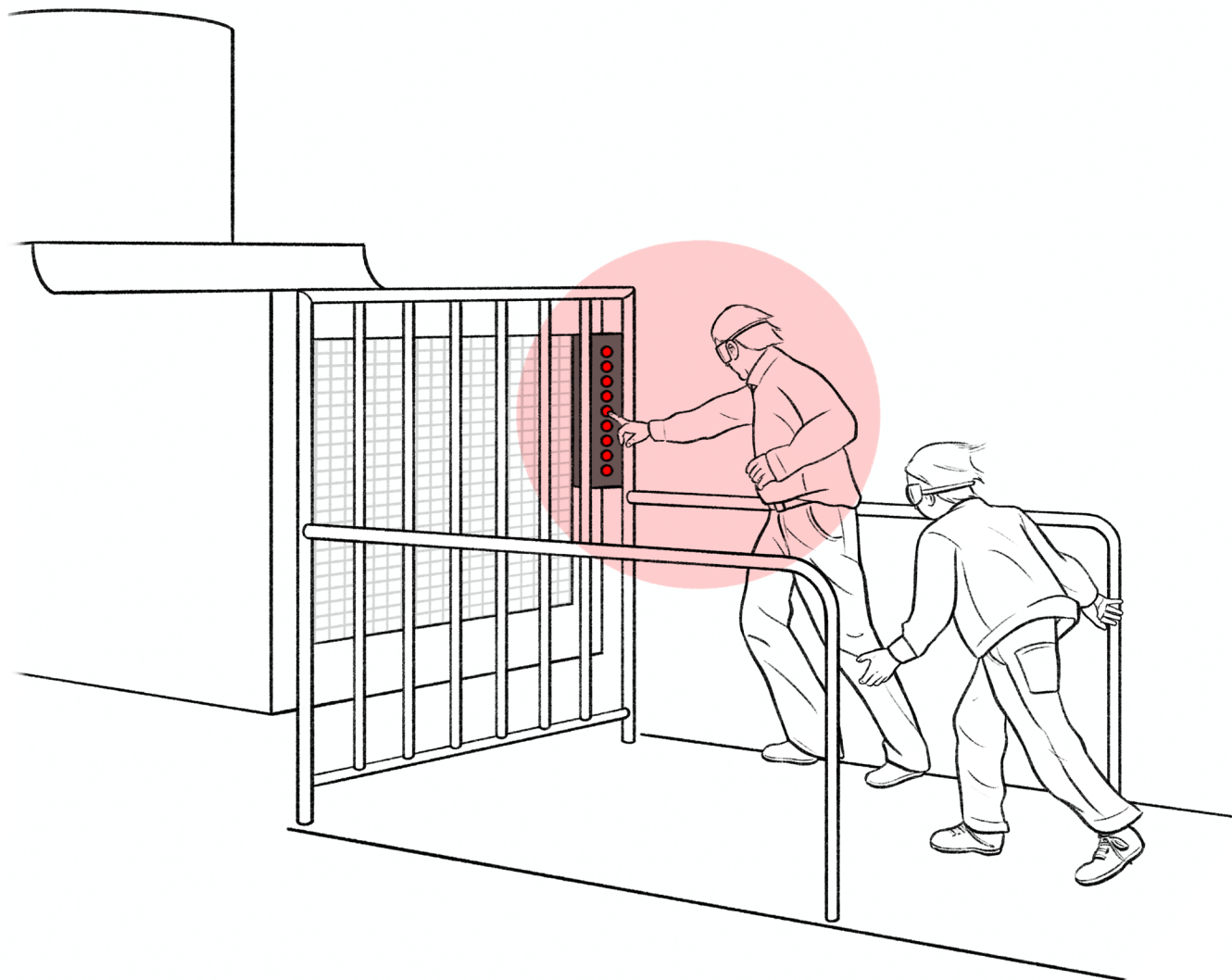
Wellenmuster mit Reflexion, Interferenz und Kaustik kannst du auch zu Hause in der Badewanne oder in einem Wasserglas beobachten. In der Natur hast du diese Phänomene bestimmt auch schon gesehen, etwa am Grund eines klaren Tümpels, am Seeufer, am Grund eines Swimmingpools oder am Meer, wenn die Brandung an der Mole reflektiert wird.

Idee: Tom Tits, Södertälje/SWE

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Windmaschine





Was tun und beobachten?

Ob sanfte Brise oder starker Sturm – an der Windmaschine kannst du dich allen Windstärken entgegenstellen. Dabei kannst du dich besonders klein und windschnittig machen oder im Gegenteil viel Wind einfangen. Auch interessant: Versuche, mit einem Partner zu schätzen, welche Windstärke er eingestellt hat.



Was passiert da?

Während auf der Erde Hoch- und Tiefdruckgebiete die Luftmassen strömen lassen, erzeugt hier der Propeller die Luftbewegung. Ob es sich um eine Brise, um Wind oder Sturm handelt, hängt von der Windstärke ab. Mit Windstärke ist allgemein die Windgeschwindigkeit gemeint, also wie schnell sich die Luft bewegt. Unterschiedliche Windstärken werden auf der Beaufortskala angegeben: diese reicht von Windstärke 0 bei Windstille bis Windstärke 12, wenn ein Orkan (über 117 km/h) aufzieht. Die Kraft, die der Wind auf dich oder das Meer, Segel, Häuser oder Blätter ausübt, wächst dabei «exponentiell» mit der Windgeschwindigkeit. Das heisst, eine Verdoppelung der Windgeschwindigkeit führt zu einer viermal so starken Krafteinwirkung.



Was ist daran besonders?

Die weltweit höchsten bislang gemessenen Windgeschwindigkeiten bei Böen oder Taifunen lagen bei über 400 Kilometern pro Stunde. Das ist aber noch bescheiden gegenüber den Windgeschwindigkeiten auf anderen Planeten. So zeigen Messungen, dass auf dem Neptun Stürme über 2100 Kilometer pro Stunde erreichen können. Damit ist Neptun der Planet mit den höchsten Windgeschwindigkeiten in unserem Sonnensystem.

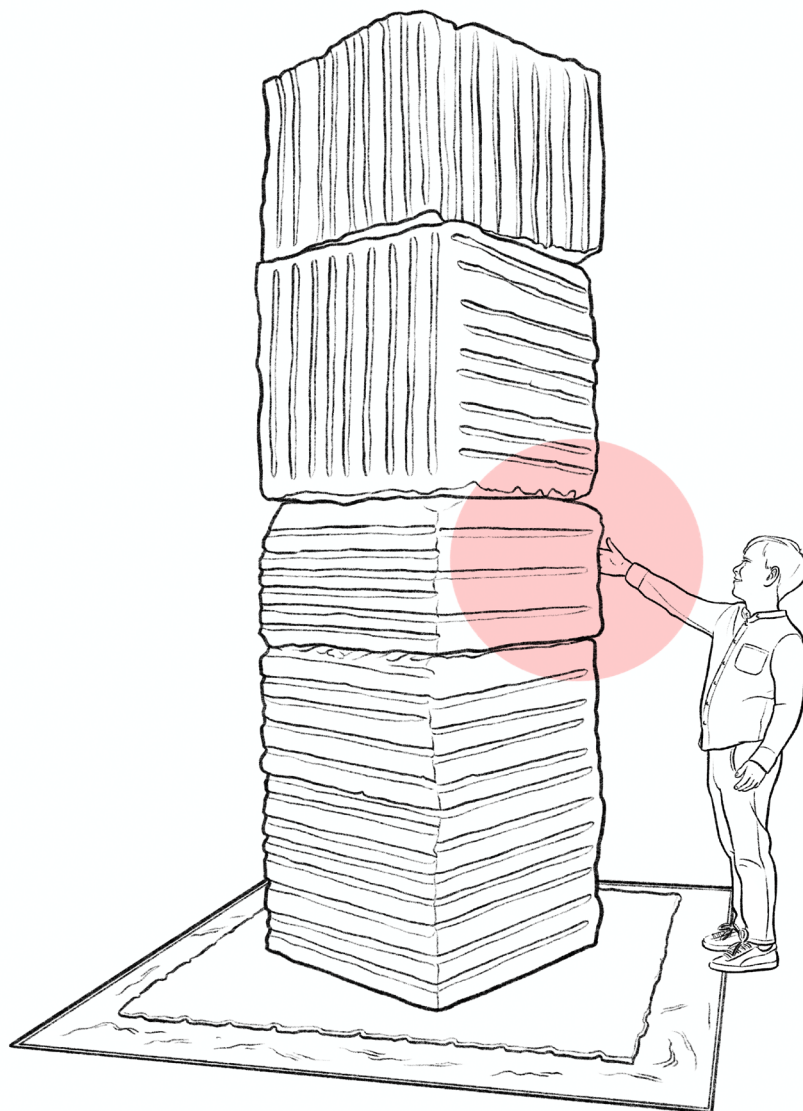
Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama

Wir danken folgenden Institutionen herzlich für die wertvolle Unterstützung bei der Realisation der Windmaschine: Dr. Werner Greminger-Stiftung, Winterthur. Stadtwerk Winterthur, Grolimund Gartenbau AG, Erlen. Meidinger AG, Kaiseraugst. SATW – Schweizerische Akademie der technischen Wissenschaften, Zürich



Tanzende Steine

by Christian Tobin





Was tun und beobachten?

Wetten, du kannst diesen riesigen 10-Tonnen-Stein aus eigener Kraft bewegen? Der dünne Wasserfilm, auf dem der Stein schwebt, hilft dir dabei. Schaust du dir auch den Stein selbst einmal genauer an, siehst du viele rundliche Einschlüsse. Kannst du sie dir erklären?



Was passiert da?

In den Spalt zwischen dem untersten Stein und dem Basisstein, die präzise aufeinander eingeschliffen sind, wird ständig Wasser mit ca. 4 bar Wasserdruck eingespritzt. Das Wasser bildet in diesem Spalt einen dünnen Gleitfilm und hebt den Reibungswiderstand zwischen den Steinen nahezu vollständig auf. Der 10 Tonnen-Stein schwebt damit gewissermassen auf dem Wasserfilm und lässt sich so ganz einfach drehen und sogar leicht neigen. Keine Angst: Die Steinsäule fällt nicht um, denn der Stein verdrängt jeweils auf der sich neigenden Seite den Wasserfilm, setzt auf und bremst die Bewegung ab. Danach kann der Wasserfilm den Stein erneut anheben und er schwebt wieder. Der Stein selbst ist vulkanischen Ursprungs und stammt aus Portugal. Er entstand vor rund 300 Millionen Jahren aus heisser, flüssiger Gesteinsschmelze. Bei unseren Steinen waren allerdings gleich zwei verschiedene Schmelzen beteiligt, die sich jedoch nicht vollständig miteinander vermischten. Als Folge entstanden die rundlichen Einschlüs-

se – ein sehr seltenes geologisches Phänomen.



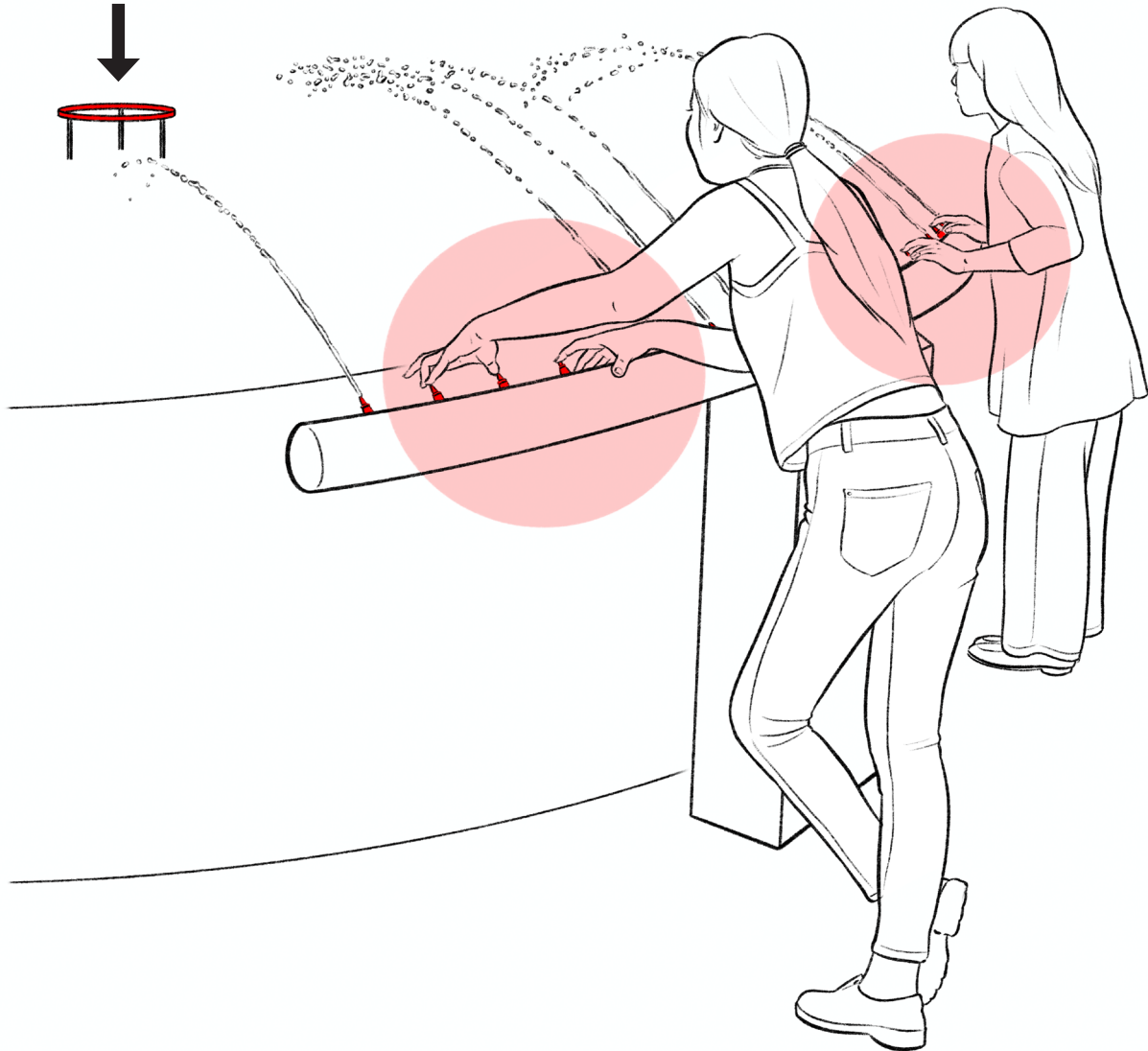
Was ist daran besonders?

Den reibungsmindernden Effekt eines dünnen Wasserfilms hast du vielleicht auch schon selber gespürt, falls du schon einmal im Badezimmer auf den nassen Fliesen ausgerutscht bist. Auch Wasserrutschen in Schwimmbädern funktionieren nur, wenn zwischen dir und der Rutsche ein dünner Wasserfilm ist, der die Reibung verringert. Um in der Technik Reibungskräfte zu mindern, nimmt man meist Schmieröl oder Schmierfett. Das geschieht bei praktisch allen Maschinen. Damit lassen sich auch enorm grosse Massen leicht bewegen. Ein Beispiel ist der Stapellauf eines neuen Schiffes, das auf einer dick eingeschmierten Bahn ins Wasser gleitet.

Idee und Realisation: Christian Tobin, Lagos/PRT



Verzwickter Zielbrunnen





Was tun und beobachten?

Hier ist Teamwork gefragt. Nur zusammen könnt ihr die fünf «richtigen» Düsen zuhalten und eine bestimmte Düse so weit spritzen lassen, dass das Ziel getroffen wird.



Was passiert da?

Die Düsen dieses Brunnens werden von drei voneinander getrennten Wasserleitungssystemen versorgt. Das Zuhalten einer oder mehrerer Düsen führt dazu, dass sich der Wasserdruck bei den anderen Düsen, die sich im gleichen System befinden, erhöht und diese dadurch weiter spritzen. Wenn ihr die fünf richtigen Düsen zuhaltet, spritzt eine Düse bis zum Ziel im Wasserbecken – zumindest, wenn kein Wind den Wasserstrahl ablenkt. Um die richtigen Düsen zu finden, müsst ihr immer wieder ausprobieren, überlegen, Rückschlüsse aus euren Beobachtungen ziehen und kombinieren. Dieses Vorgehen nutzt man auch beim wissenschaftlichen Arbeiten: Den Anfang macht die Beobachtung eines Phänomens und am Ende steht dessen wissenschaftliche Beschreibung und Erklärung.



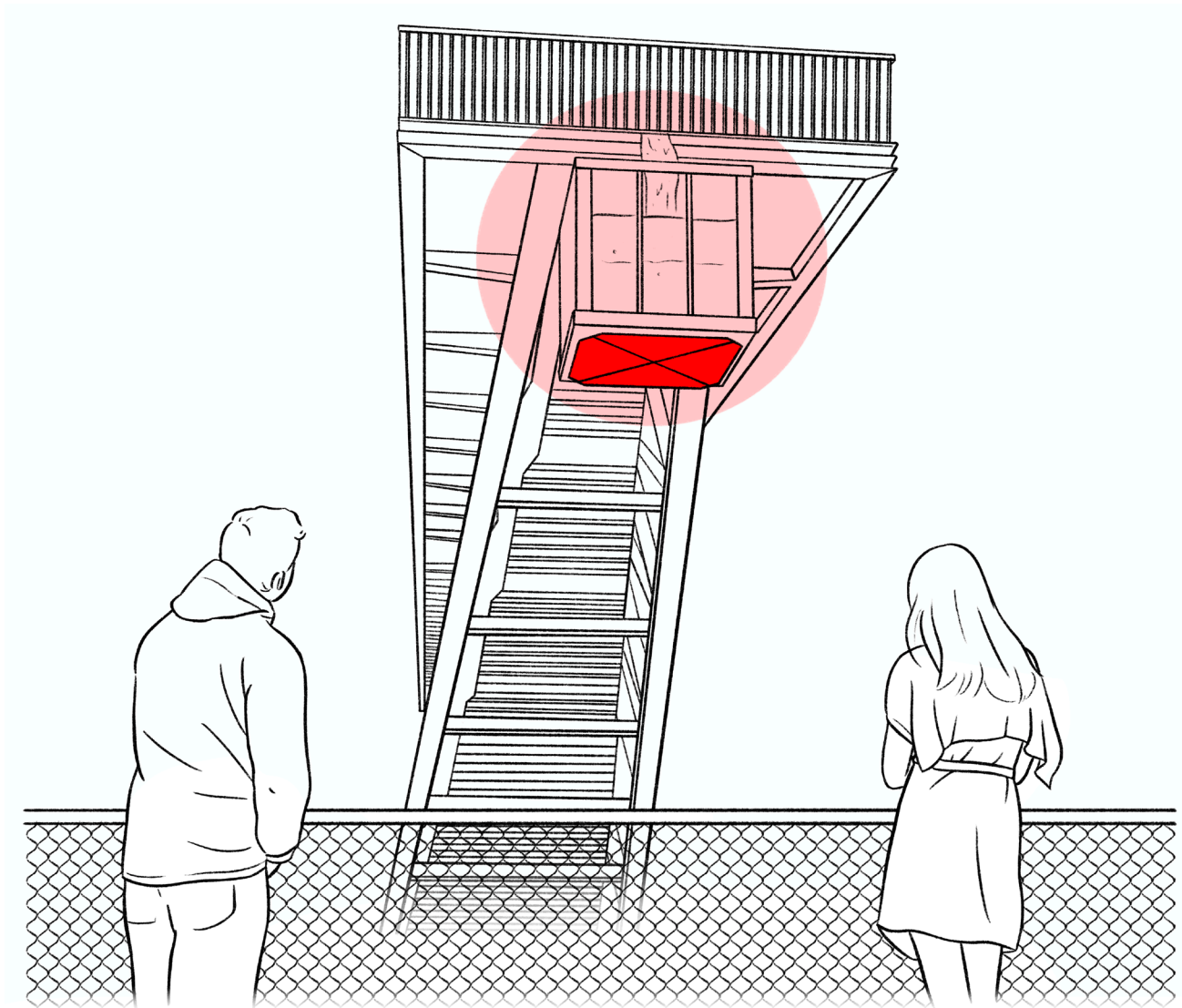
Was ist daran besonders?

Druckschwankungen in der Wasserzufuhr kann man auch in manchen Häusern beobachten, wenn beispielsweise geduscht und gleichzeitig die Toilette gespült wird. Oft kommt dann weniger Wasser aus der Dusche und manchmal wird das Wasser auch kurzzeitig heisser. Das liegt bei diesem Beispiel daran, dass der Druckabfall nur beim kalten Wasser erfolgte und das eingestellte Mischungsverhältnis zwischen Warm und Kalt zugunsten des heissen Wassers verschoben wurde.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Fallendes Wasser





Was tun und beobachten?

Alle 20 Minuten entleert sich der Behälter oben schlagartig und 5 Tonnen Wasser stürzen in die Tiefe. Durch die Umlenkung in der Halfpipe wird das Wasser wieder in die Höhe geschleudert, ein Teil des Wassers übertrifft dann sogar die ursprüngliche Fallhöhe. Vorsicht: Durch äussere Einflüsse landet das Wasser nicht immer im Becken...



Was passiert da?

Wie kann es sein, dass das Wasser aus der Halfpipe so viel höher hinaufspritzt? Unsere Alltagserfahrung sagt uns doch, dass Gegenstände nicht über ihre Fallhöhe hinaus zurückspringen. Die 5 Tonnen fallendes Wasser werden durch die Erdanziehung beschleunigt und treffen mit grosser Energie und Geschwindigkeit auf die Halfpipe. Dabei ist der Impuls des fallenden Wassers zwar genauso gross wie jener des in der Halfpipe aufschwellenden Wassers. Die später fallenden Wassermassen schieben jedoch die zuvor gefallenen in der Halfpipe an. Das angeschobene Wasser hat deswegen eine höhere Geschwindigkeit. Zudem springen nicht die gesamten 5 Tonnen hoch, sondern nur ein Teil des Wassers, und dadurch ist auch die Masse geringer. So kann das Wasser höher spritzen als sein Ausgangspunkt im Behälter. Somit verdeutlicht das Exponat den Impulserhaltungssatz. Der Impuls des später fallenden Wassers wird auf das früher fallende übertragen.



Was ist daran besonders?

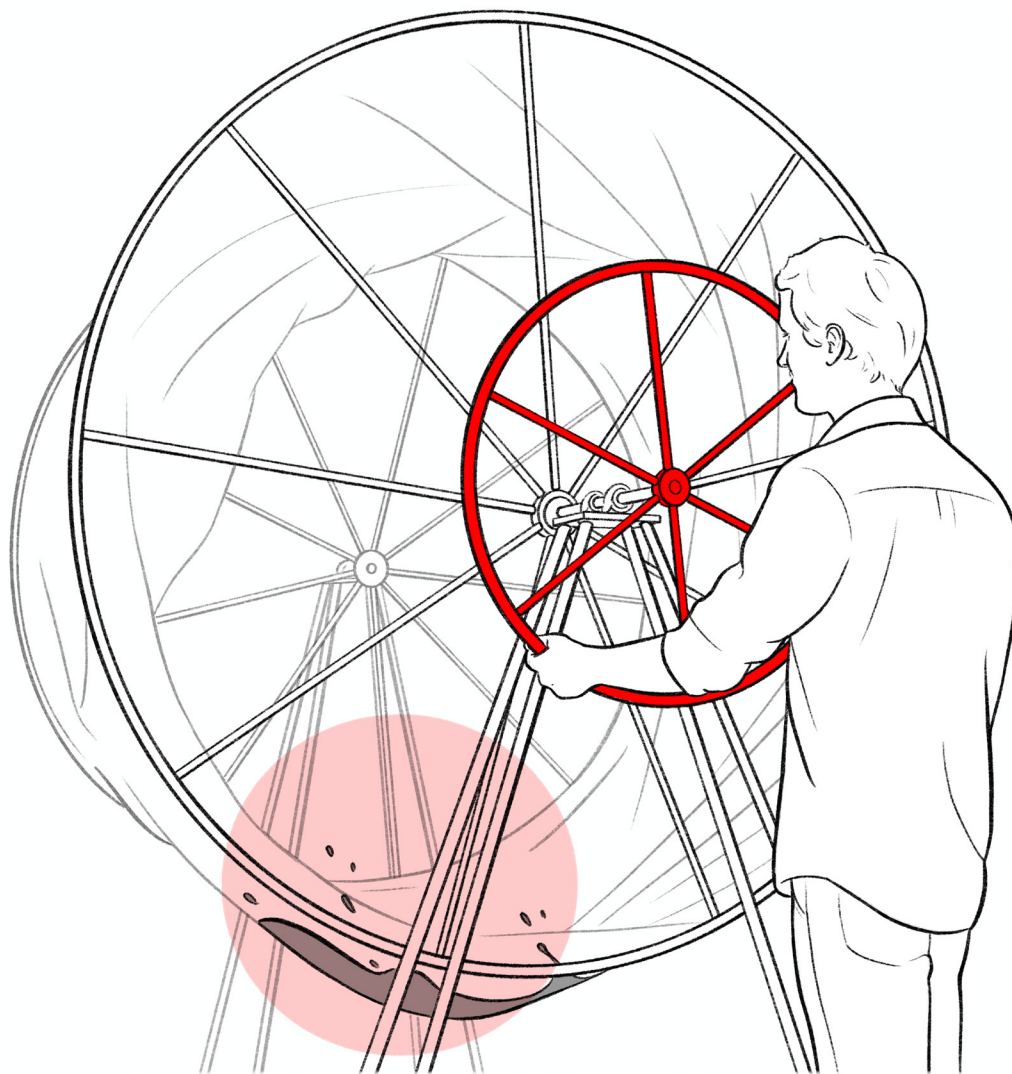
Das gleiche Phänomen kannst du auch bei starker Brandung an der Küste beobachten: In zunehmend flacherem Wasser werden die Wellen immer steiler, bis sie schliesslich brechen. Dabei kann ebenfalls eine grosse Menge Wasser nach unten stürzen, verbunden mit Gischtbildung und lautem Donnern.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Wildwasserrad

by Norman Tuck





Was tun und beobachten?

Je nachdem, wie langsam oder schnell du am Handrad die Wassertrommel drehst, werden unterschiedliche Wassermengen an der Trommelwand mit nach oben transportiert. Das Wasser kann dann als kleines Rinn-sal zurückfliessen oder auch kaskadenartige Wasserfälle bilden.



Was passiert da?

Wassermoleküle haben die besondere Eigenschaft, aneinander und an Oberflächen stark zu haften. So kann die rotierende Folie das Wasser seitlich mit nach oben reissen. Wie viel das ist, hängt auch von der Art der Umdrehung ab (stetig, ruckartig, schnell, langsam, Stillstand). Irgendwann ist die Haftung des Wassers an der Folie gegenüber der Erdanziehung jedoch zu klein. Dann löst es sich von der Trommelwand und fliesst zum tiefsten Punkt zurück. Bei starker Drehung erinnert das Verhalten des Wassers an Wildwasser in einem Gebirgsbach, wie es über die unterschiedlichsten Geröllsteine oder Äste strömt, wirbelt und hinabstürzt. In diesem Exponat bildet die sich ständig ändernde Folienfläche eine ähnliche Untergrundstruktur.



Was ist daran besonders?

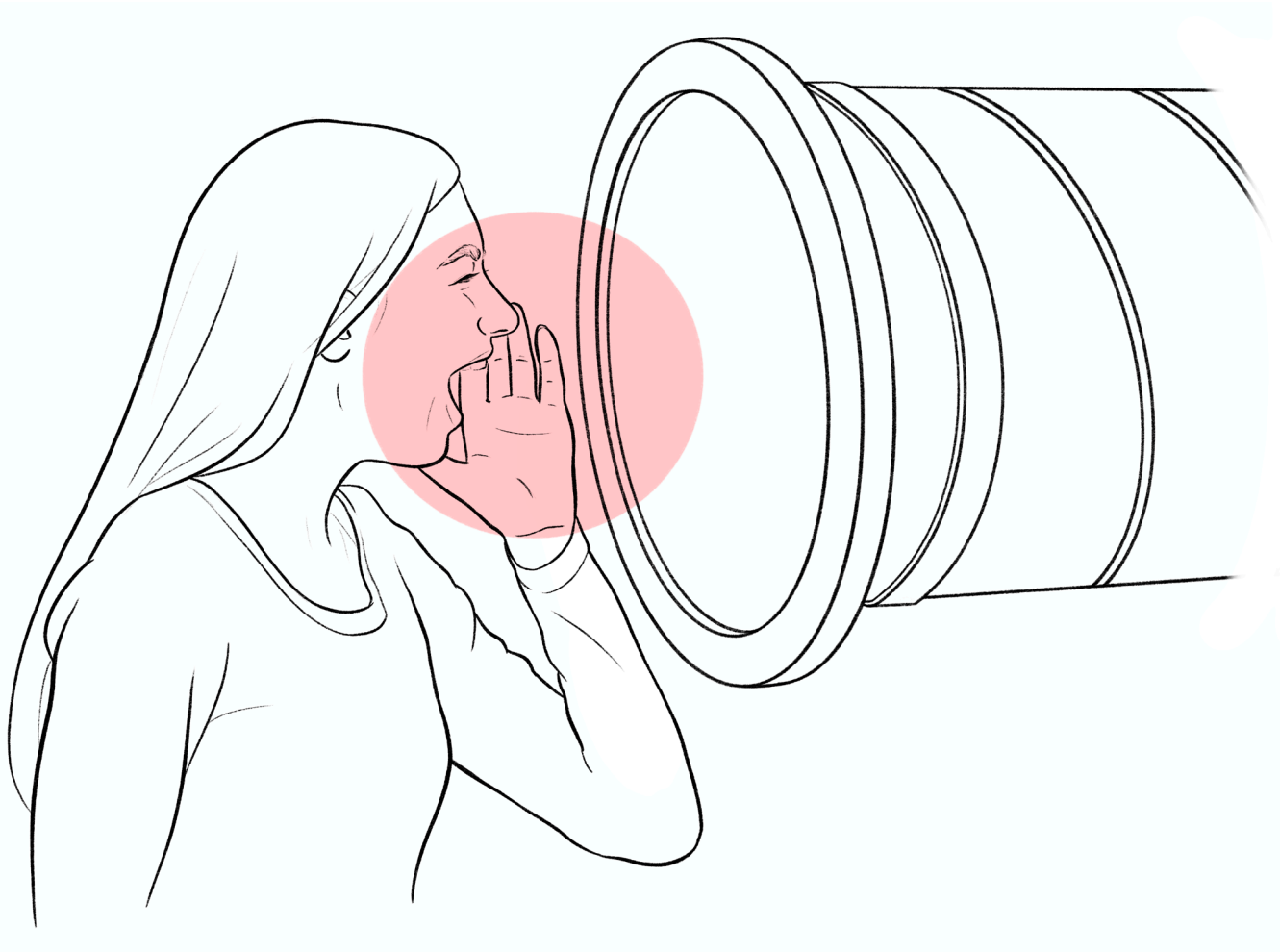
Hast du schon einmal eine Katze beim Wassertrinken beobachtet? Sie tunkt ihre Zunge ins Wasser, nimmt sie ins Maul, tunkt sie wieder ein – so geht das immer weiter, und zwar ganz schön schnell. Die Katze nutzt dabei den Umstand, dass ihre Zunge ganz rau ist und viele Noppen und Papillen besitzt. Daran kann das Wasser gut anhaften und so jedes Mal recht viel Wasser aufnehmen. Bestimmt kennst du noch andere Tiere, die genauso trinken. Das genaue Gegenteil wäre eine Oberfläche, an der das Wasser restlos abperlt. Diesen Effekt erreicht man beispielsweise auf Kleidungsstücken mittels speziellen Oberflächenbeschichtungen.

Idee: Norman Tuck, San Francisco/USA

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Echorohr





Was tun und beobachten?

Schreien, Rufen, Pfeifen, Klatschen: Hier kannst du gerne alle möglichen Geräusche im Echorohr machen. Und das Rohr antwortet – mit deinem Echo! Jedes Echo klingt aber ziemlich merkwürdig und ganz anders als das von dir erzeugte Geräusch.



Was passiert da?

Wenn du ins Echorohr hineinrufst oder hineinklatschst, wandert der Schall durch das Rohr bis zu dessen Ende und wird als Echo zurückgeworfen. Auf dem Weg durchs Rohr prallt der Schall an den Seiten der Röhre ab. Höhere Töne wandern dabei schneller durchs Rohr als tiefere und kommen entsprechend früher und stärker zu dir zurück. Ein hoher Ton hat eine kurze Wellenlänge und trifft nicht auf so viele Reflexionen wie ein tiefer Ton von den Seitenwänden des Rohrs. Daher erreicht der höhere Ton dich schneller als der tiefere Ton. Dadurch klingt jedes Echo ganz anders als das ursprüngliche Geräusch. Ein Klatschen kommt beispielsweise als seltsames «Ping» zurück, das von einer hohen in eine tiefere Tonhöhe übergeht. Sicher hast du bemerkt, dass das Echo immer zeitverzögert an dein Ohr trifft. Diese Verzögerung muss mindestens eine Zehntelsekunde betragen, damit wir das Ursprungsgeräusch und das Echo klar unterscheiden können. In der Luft breitet sich der Schall mit einer Geschwindigkeit von etwa 340 Metern pro Sekunde aus.



Was ist daran besonders?

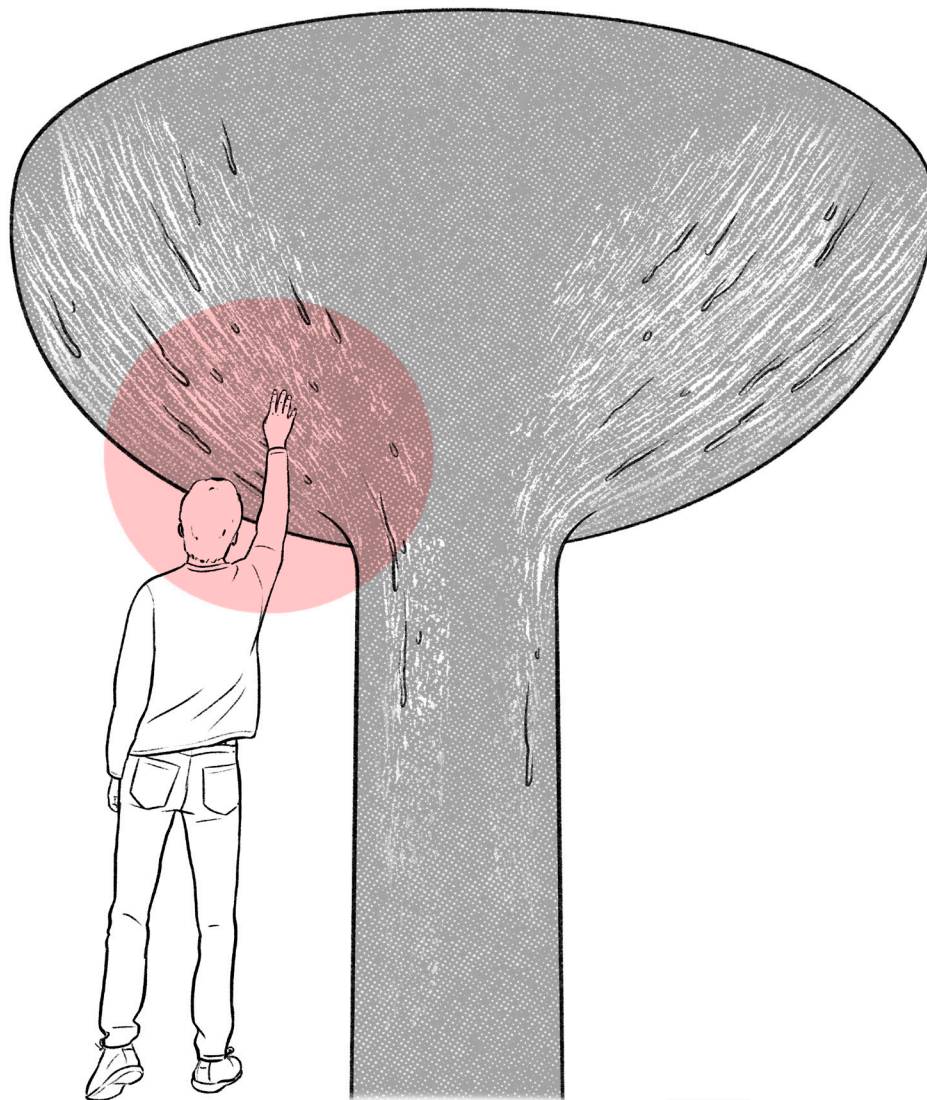
Die Schallgeschwindigkeit von 340 Metern pro Sekunde kannst du dazu nutzen, um die Entfernung eines Gewitters zu dir abzuschätzen. Zähle dazu die Sekunden, die zwischen dem sichtbaren Blitz und dem nachfolgenden Donner vergehen. Multipliziere die gezählten Sekunden mit 340, und du weißt, in wie vielen Metern Entfernung es gerade geblitzt hat. Alternative Faustregel: Zähle die Sekunden und teile durch drei.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Coanda – Wasserhaut

by William Pye





Was tun und beobachten?

Es ist tatsächlich Wasser, das sich da wie eine Haut um den silbernen Pilzkörper schmiegt und erstaunlicherweise nicht einfach gerade von der schrägen Unterseite herabtropft. Interessant ist auch, wie die kuchenförmigen Muster des Schachtbodens in der verzerrten Spiegelung des Exponats als Rechtecke zu sehen sind.



Was passiert da?

Das Exponat zeigt es: Wasser kann auch an gebogenen Oberflächen entlangfließen, ohne dass es sich ablöst und in seiner ursprünglichen Richtung weiterbewegt. Es kann sogar an der Unterseite von beinahe waagrechten Flächen haften, ohne abzutropfen. Das Haften der Flüssigkeit an umströmten Körpern ist auf die molekularen Wechselwirkungen zwischen Flüssigkeit und Körper zurückzuführen. Dieses Phänomen tritt nicht nur bei Wasser auf, sondern bei allen Flüssigkeiten und Gasen, die an einer Körperoberfläche entlangströmen. Es wird als Coanda-Effekt bezeichnet, nach dem Physiker Henri Coanda.



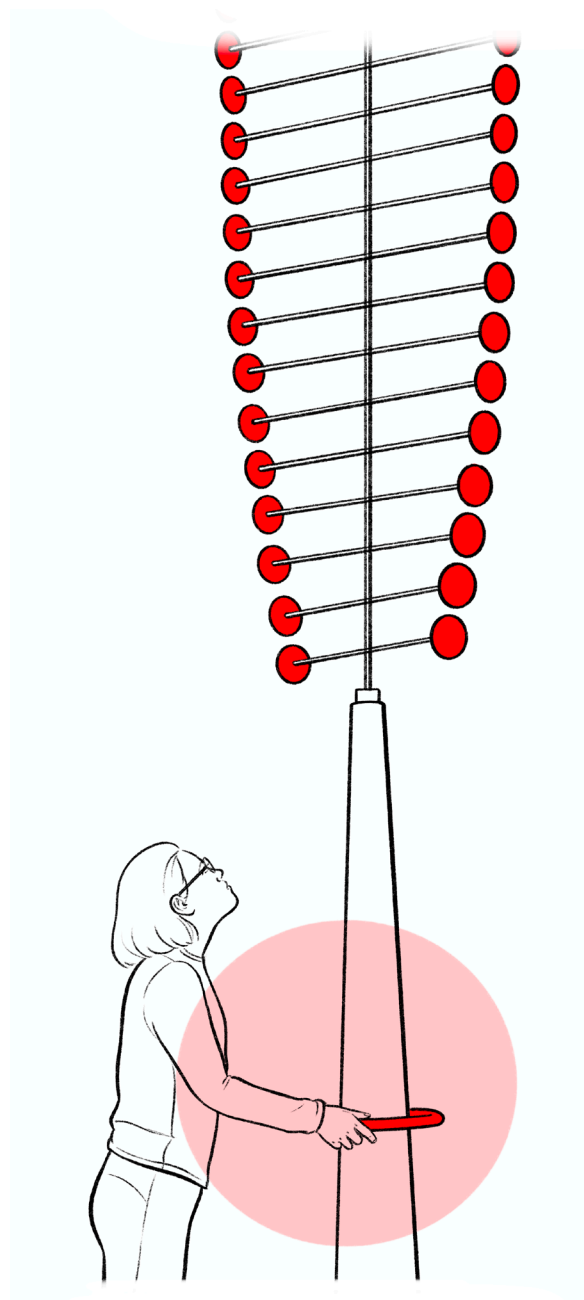
Was ist daran besonders?

Den Coanda-Effekt kannst du auch zu Hause experimentell untersuchen. Halte dazu einfach einen gebogenen Gegenstand, z.B. einen Löffel, Becher oder Ball, unter einen dünnen Wasserstrahl und schau, wie sich das Wasser drum herum schmiegt. Du kannst mit dem Coanda-Effekt aber auch deine Freunde verblüffen: Eine Kerze, die hinter einer Flasche steht, kannst du auspusten, indem du frontal gegen die Flasche pustest – die Pusteluft strömt links und rechts um die Flasche herum und trifft sich bei der Kerze wieder.

Idee und Realisation: William Pye, London/GBR



Drehpendel





Was tun und beobachten?

Mit dem Handrad kannst du einen Impuls erzeugen, der als Welle das Drehpendel hinauf und wieder hinunter wandert. Unterschiedliches Wackeln am Rad erzeugt dabei ganz verschiedene Wellenmuster – auch stehende Wellen sind möglich. Im Gegensatz zu fortschreitenden Wellen, bleiben bei stehenden Wellen bestimmte Punkte immer ruhig, während andere in grossen Wellenbäuchen ausschlagen.



Was passiert da?

Wenn du am Handrad einen einzelnen Impuls erzeugst, breitet der sich als Welle nach oben aus und wird an der Aufhängung unter der Brücke zurückgeworfen, also reflektiert. Die Welle pflanzt sich über die Stangen und die Querdrähte fort. Die Drähte übertragen die Energie von einem Stab auf den nächsten. Aufgrund des hohen Trägheitsmoments der Stäbe benötigt eine Beeinflussung der Bewegung durch einen weiteren Impuls mehrere Sekunden, um von einem Ende zum anderen zu gelangen. Wenn du mehrere Impulse erzeugst, überlagern sich die Wellenbewegungen. Durch gleichmässig wiederholtes Hin- und Herbewegen des Rades kannst du die Stäbe auch so anregen, dass ein statisches Wellenmuster, also eine stehende Welle, entsteht. Dies ist bei unterschiedlichen Frequenzen möglich.



Was ist daran besonders?

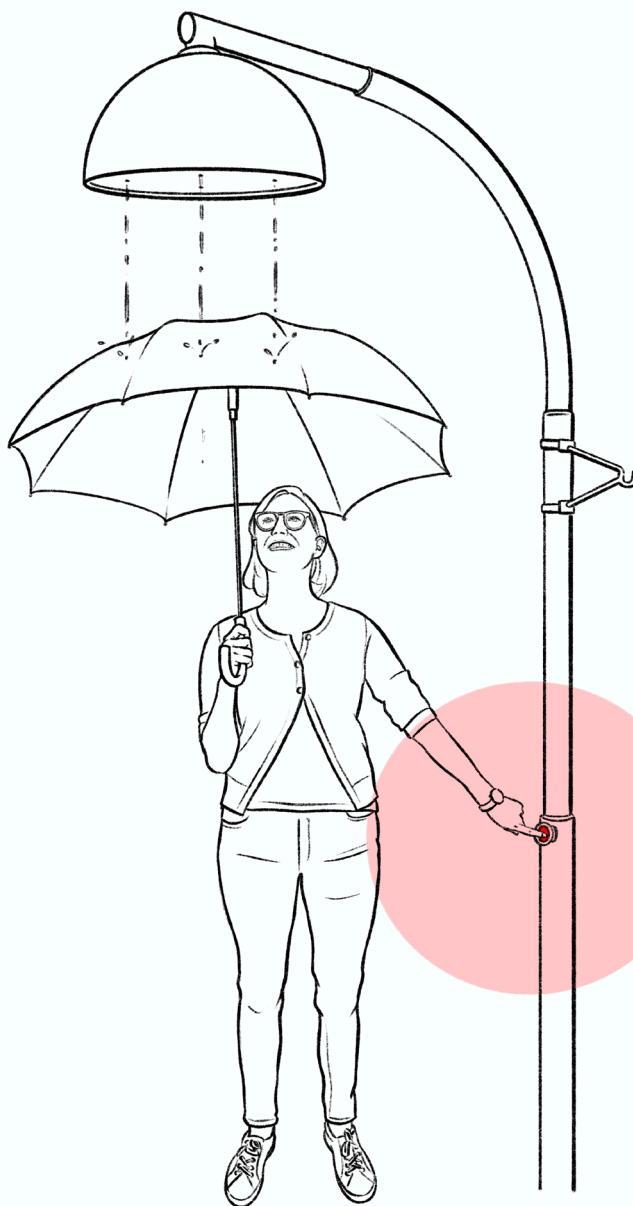
Ob Schall-, Licht oder Wasserwellen: Wellenbewegungen sind in unserem Alltag immer und überall anzutreffen. Unabhängig von Medium und Form, breiten sich alle Wellen nach den immer gleichen Prinzipien aus, was beispielsweise ihre Fortpflanzung, Überlagerung und Reflexion angeht. Hier kannst du diese Prinzipien selbst erforschen. Die meisten Wellenbewegungen finden allerdings bei Frequenzen statt, die zu hoch sind, um sie mit dem Auge leicht zu verfolgen.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Musikalischer Wolkenbruch

by Paul DeMarinis





Was tun und beobachten?

Dieses Exponat ist eine ganz besondere Dusche. Wenn du das Wasser einschaltest und dich mit aufgespanntem Schirm unter die Dusche stellst, wirst du Musik hören.



Was passiert da?

Hier fließt das Wasser nicht stetig aus den Düsen, sondern ist moduliert und in eine genaue Anzahl von Tropfenportionen aufgeteilt. Diese fallen nacheinander auf den Schirm und versetzen ihn in Schwingungen. Der Schirm wird dadurch zum Lautsprecher. Genau 440 Tropfen pro Sekunde erzeugen einen A-Ton, 260 Tropfen ein C. Auf diese Weise entsteht die Melodie, die wir hören. So gesehen ist die Musik in den modulierten Wasserströmen codiert. Von aussen sehen wir das nicht, uns erscheint dieses Exponat wie eine gewöhnliche Wasserdusche. Damit Schallwellen an unser Ohr gelangen können, wird stets ein Medium benötigt. Normalerweise ist es Luft, bei diesem Exponat ist es eine Kombination aus moduliertem Wasser und Luft. Andere Gase, Feststoffe oder Flüssigkeiten können ebenfalls Schall leiten.



Was ist daran besonders?

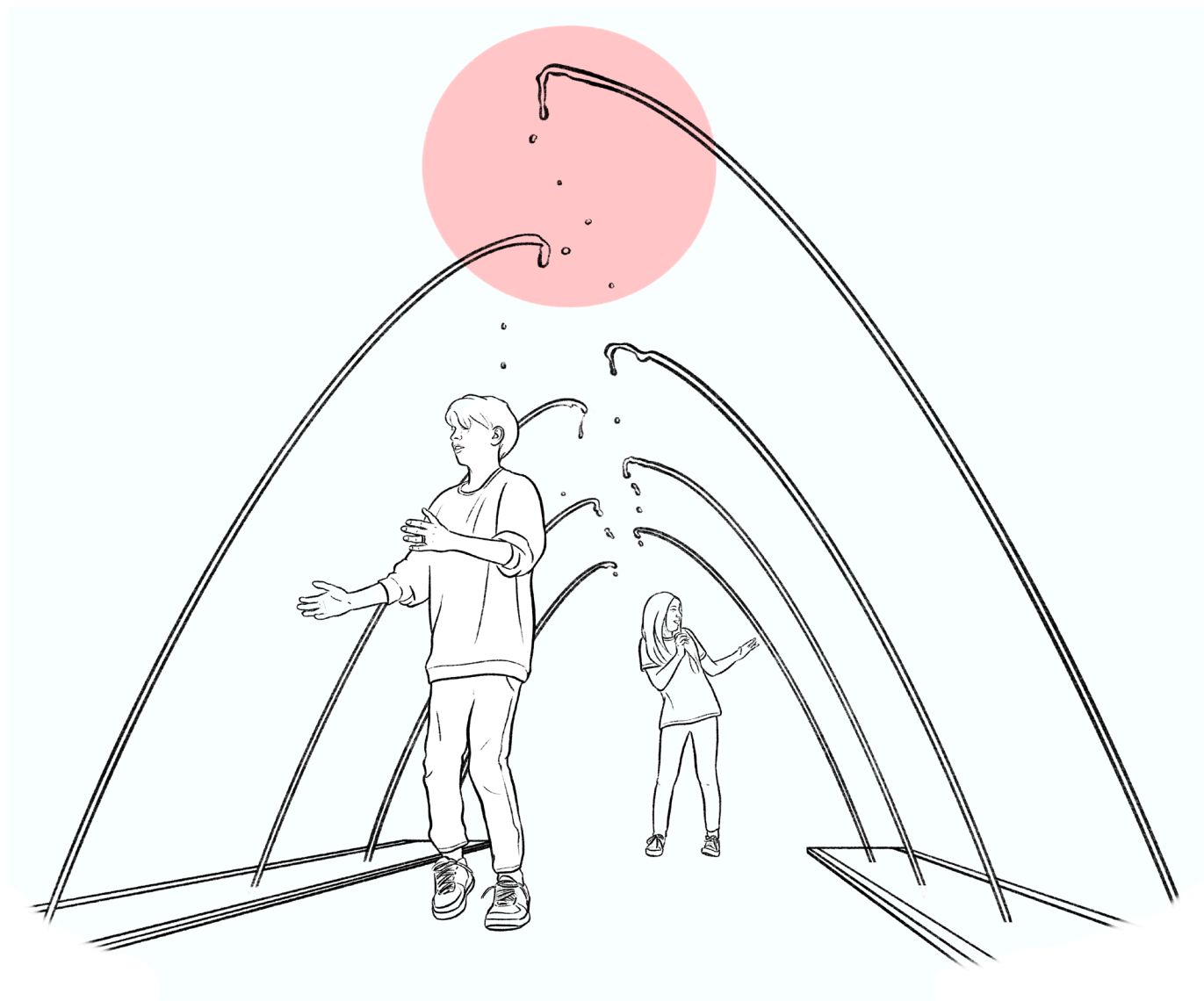
Auch Lichtstrahlen lassen sich modulieren und können so Informationen praktisch verlustfrei über lange Distanzen hinweg transportieren. Dieses Prinzip der Lichtleitung wird in Glasfaserkabeln genutzt, die über das Glas als Medium grosse Datenmengen gleichzeitig übermitteln können.

Idee und Komponenten: Paul DeMarinis, Palo Alto/USA

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Wasserhüpfer





Was tun und beobachten?

Schaut ihr euch die Wasserhüpfer einmal genau an, fragt ihr euch vielleicht: Fliegt hier etwa festes Wasser durch die Luft? Und haben alle «Wasserportionen» immer die gleiche Flugbahn? Haltet auch einmal einen Finger in den Strahl – wow, er leuchtet!



Was passiert da?

Hier strömen sogenannte laminare Wasserstrahlen aus den Düsen. Alle Wasserteilchen strömen ohne Verwirbelungen ganz geordnet nebeneinander. Jeder Wasserstrahl sieht deshalb ungewöhnlich fest und kompakt aus. Die Flugbahn der einzelnen «Wasserportionen» ist immer identisch. Sie hängt vom Winkel der Düse und von der Geschwindigkeit ab, mit der das Wasser austritt. Physikalisch betrachtet, handelt es sich hier um einen sogenannten Schiefen Wurf und die Flugbahn heist Parabel. Die laminaren Wasserstrahlen verhalten sich wie Lichtleiter: Von unten in den Strahl einfallendes Licht wird an den Wänden des Strahls, also an der Grenzschicht zwischen Wasser und Luft, reflektiert. Es bleibt damit quasi im Wasserstrahl gefangen, der dadurch leuchtend wirkt. Dieses Phänomen nennt man Totalreflexion.



Was ist daran besonders?

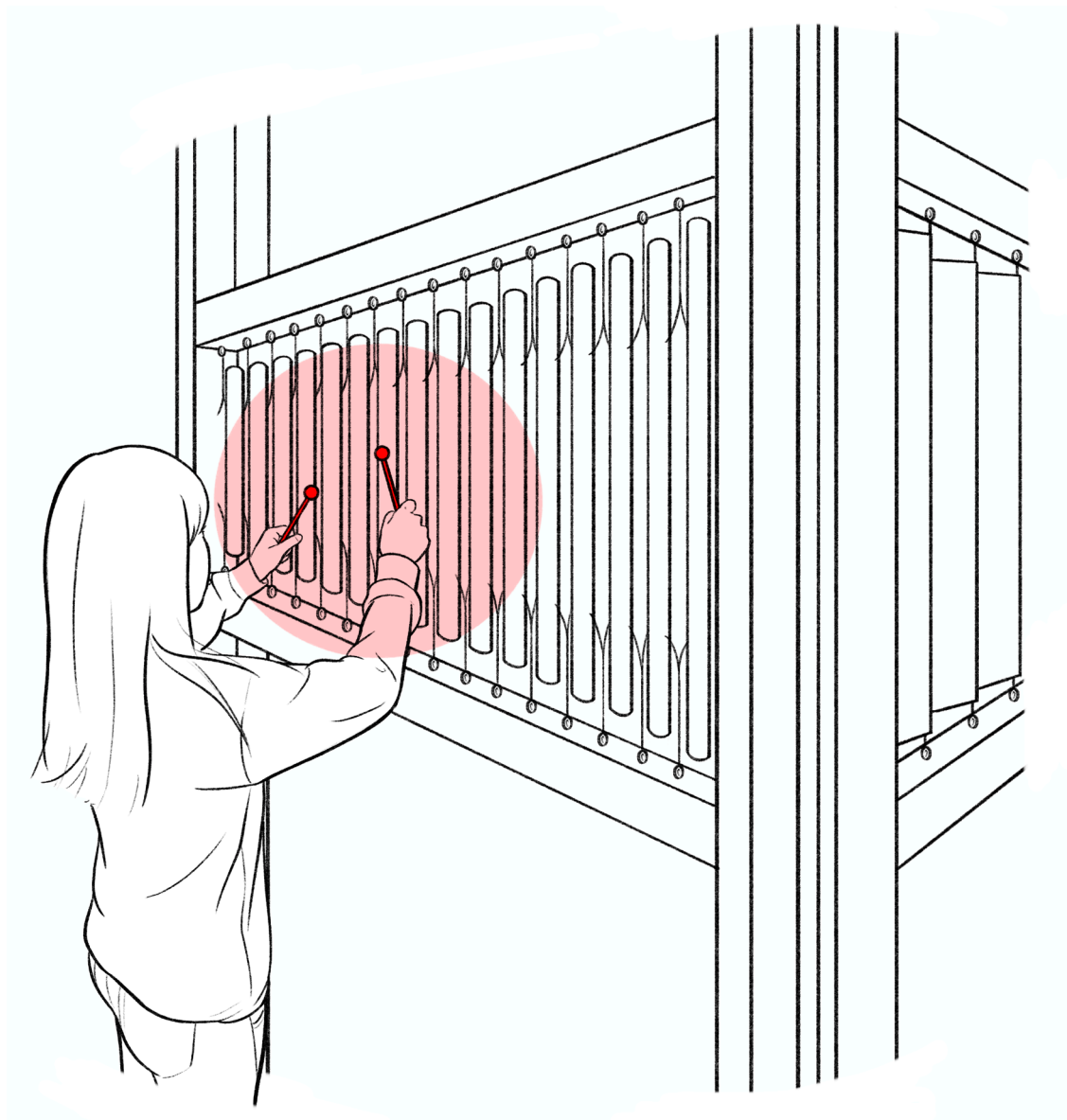
Wenn du einen Gegenstand in die Luft wirfst, beschreibst dieser eine Wurfparabel. Wenn du immer mit derselben Anfangsgeschwindigkeit und im gleichen Winkel wirfst, landet der Gegenstand auch immer an derselben Stelle. Das machen sich auch die Profis etwa im Basketball zunutze. Laminare Strömungen kommen in der Natur im Grundwasser oder auch im Blutkreislauf vor. Im Körper kann damit viel mehr Blut transportiert werden als in einer verwirbelten, turbulenten Strömung. Das Prinzip der Totalreflexion nutzen Lichtleiter in modernen Glasfaserkabeln. Dabei werden Informationen in Lichtportionen gebündelt und praktisch verlustfrei über weite Distanzen hinweg durch die Leiter geschickt.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



TRIAD – Metall, Stein, Holz

by Michael Bradke





Was tun und beobachten?

Erstaunlich, welchen Klang ein Schlag mit dem Schlägel auf die Steinplatten, die Metallrohre und die Holzlatten erzeugt. Alle Materialien erklingen in bestimmbareren Töne, aber trotzdem sehr unterschiedlich.



Was passiert da?

Der Schlag mit dem Schlägel versetzt den gesamten Klangkörper in Schwingung. Diese Schwingungen gelangen als Schallwellen in unser Ohr und wir hören den jeweiligen Klang des Materials. Stein, Metall, Holz und auch Glas gehören zur Gruppe der sogenannten Selbstklinger und werden wissenschaftlich als «Idiophone» bezeichnet. Die Tonhöhe, die Klangfarbe und die Dauer wird von der Länge, der Dicke und der Materialart des Klangkörpers bestimmt. So klingen die gleichgrossen Steinplatten ganz unterschiedlich, weil sie aus verschiedenen Gesteinsarten bestehen. Entscheidend für den Klang ist auch die Härte des Schlägels sowie die Befestigung im «Schwingungsknotenpunkt». Das ist die Stelle, wo das Material am wenigsten ins Schwingen kommt.



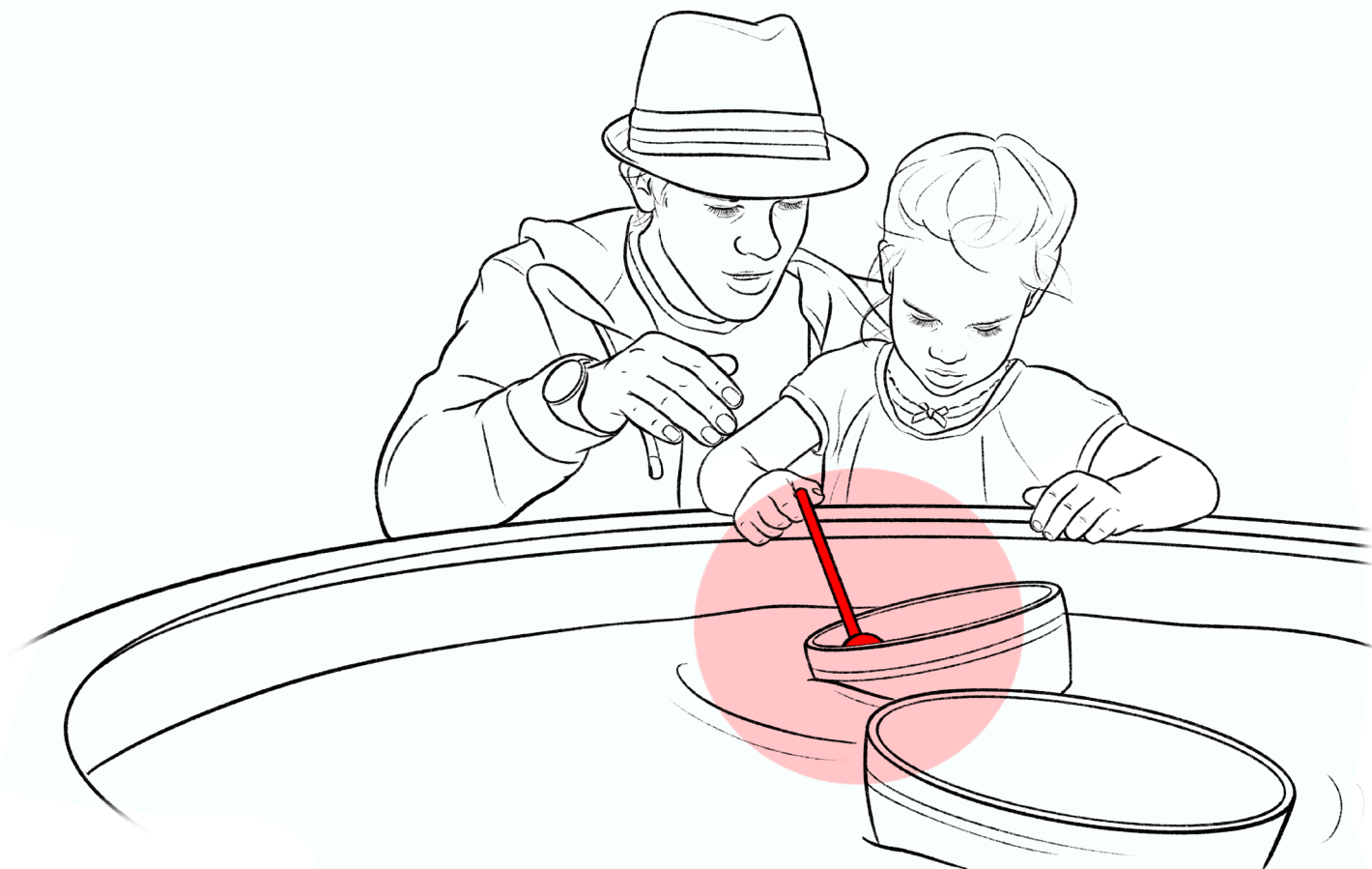
Was ist daran besonders?

Selbstklinger wie die Klangkörper hier gehören wohl zu den ältesten Musikinstrumenten der Menschheit und sind in allen Kulturkreisen auf der Erde vertreten. Auch bei uns kannst du sie jeden Tag hören – in Form der Kirchenglocken, die ebenfalls von Schlägeln zum Klingen gebracht werden.

Idee und Realisation: Michael Bradke, Düsseldorf/DE



Wassermusik





Was tun und beobachten?

Hier werdet ihr zu Musikern und Komponisten eurer ganz persönlichen Wassermusik. Die Klänge und Melodien der «Instrumente» (Schalen, Glocken, Flöten, Röhren) erzeugt ihr, indem ihr mit dem Wasser interagiert.



Was passiert da?

Alle Klänge und Geräusche, die ihr an den Stationen hört, werden von und mit Wasser erzeugt und verändert. Durch die Wassermenge oder das Wasserniveau sowie das Bedienen der Instrumente kannst du die Tonhöhe verändern. Bewegtes Wasser kann aber auch selber unterschiedliche Klänge hervorrufen: vom Geräusch eines Wassertropfens, der auf eine Wasseroberfläche fällt, über das Rauschen eines starken Regengusses bis hin zur donnernden Brandung des Ozeans.



Was ist daran besonders?

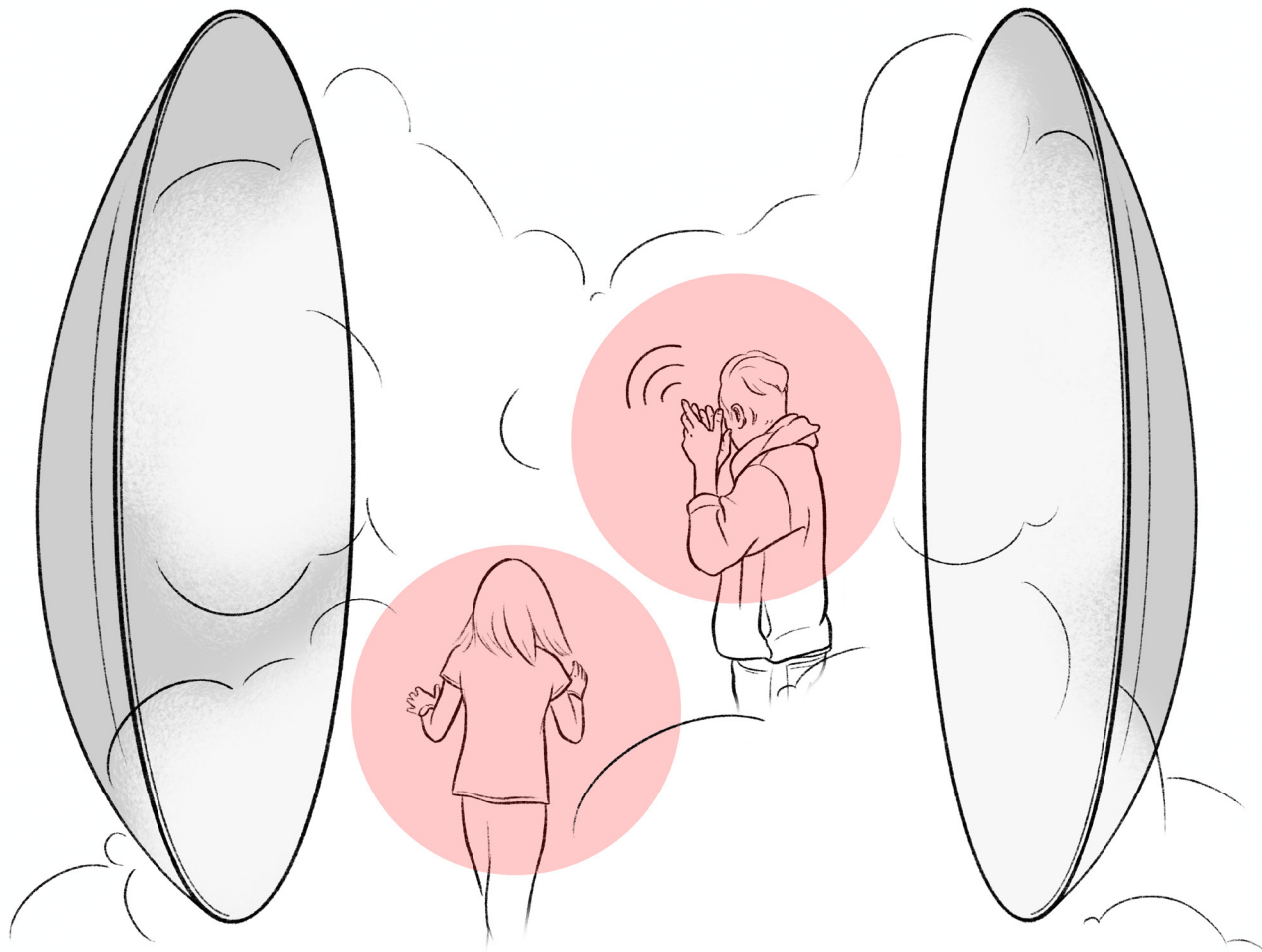
Auch zu Hause kannst du mit geeigneten Wassergefäßen und Haushaltsgeräten deine eigene Wassermusik kreieren, beispielsweise mit unterschiedlich hoch gefüllten Wassergläsern, an die du mit einem Löffel oder Stab schlägst. Daneben kannst du auch in der Natur, an Bächen oder Brunnen, den verschiedenen Geräuschen und Klängen lauschen, die durch das Wasser erzeugt werden. Übrigens: Georg Händels berühmte «Wassermusik» hat mit speziellen Wasser-Instrumenten oder Wasser-Tönen nichts zu tun – sie wurde nur auf dem Wasser gespielt, nämlich in Booten auf der Themse und mit ganz normalen Instrumenten.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama, in Zusammenarbeit mit Michael Bradke



Eingefangene Wolke

by Ned Kahn





Was tun und beobachten?

In diese Wolke kannst du eintauchen und beobachten, wie stark sich dein Sehen und Hören darin verändern. Beobachte auch die Effekte, wenn du deine Position in der Wolke wechselst.



Was passiert da?

Um Wolken hautnah zu begegnen, musst du normalerweise hoch in die Berge gehen. Dieses Exponat macht die Wolkeneffekte aber auch hier unten im Flachland wahrnehmbar. Hergestellt wird die Wolke zwischen den beiden Metallschalen mittels Druckwasser und vielen ganz feinen Düsen. Je nach Windverhältnissen kann die Wolke zwischen den Schalen stehen bleiben oder auch wegwandern; es ist ein ständiges Entstehen und Vergehen. Sobald du dich vollständig in der Wolke befindest, fallen die äusseren Bezugspunkte weg und im wabernden Nebel um dich herum verlierst du sehr schnell die Orientierung. Dazu kommt, dass die beiden Halbschalen den Schall bündeln. Wenn du also sprichst, rufst oder in die Hände klatschst, wirst du ganz ungewohnte Echos und akustische Effekte hören.



Was ist daran besonders?

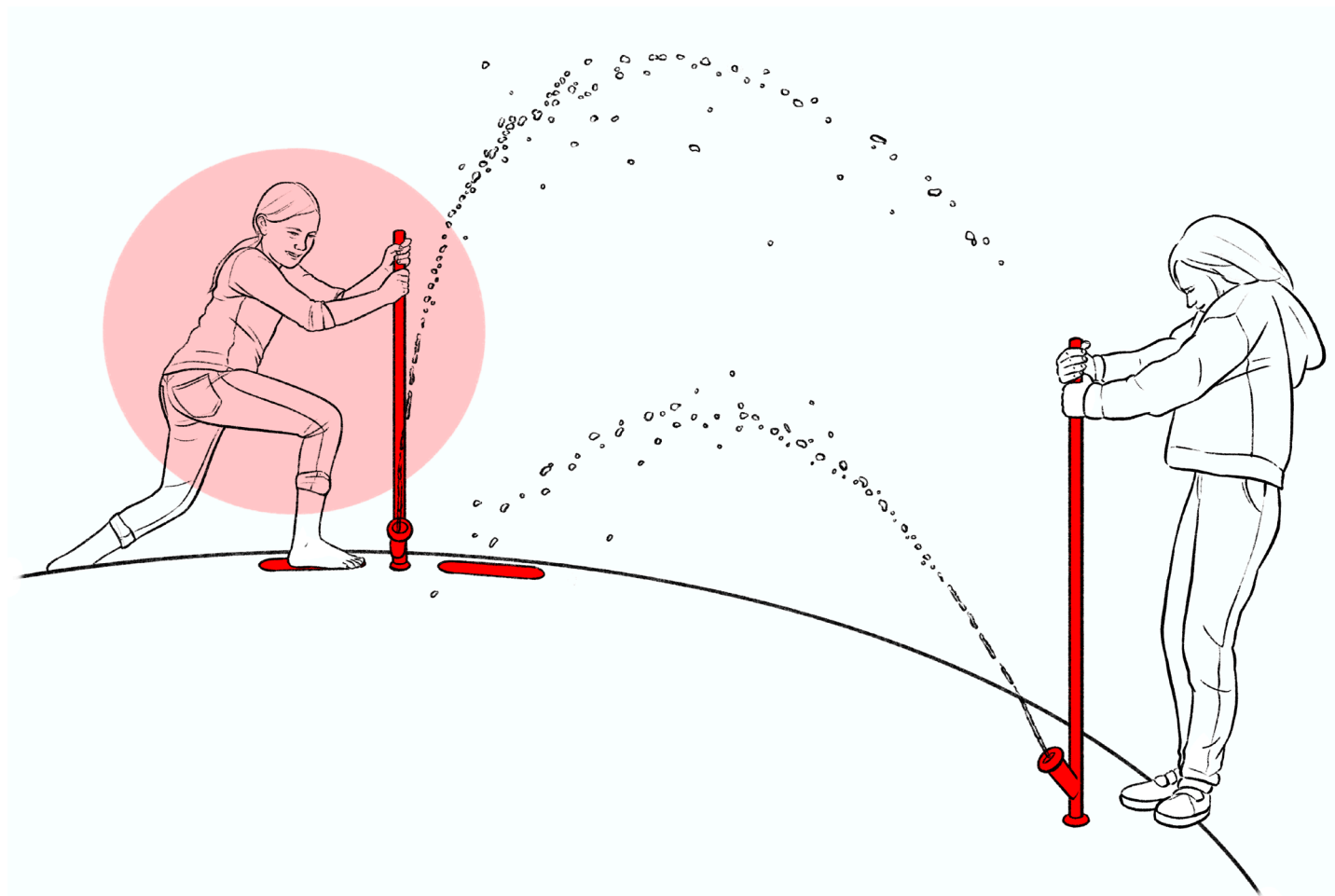
Eine Wolke am Himmel oder auch Nebel in Bodennähe bestehen aus winzigen Wassertropfchen, die feinverteilt in der Luft schweben. Wolken und Nebel entstehen, wenn sich feuchte, warme Luft so weit abkühlt, dass sie die darin enthaltene Feuchtigkeit, also den Wasserdampf, nicht mehr vollständig aufnehmen kann. Das Wasser kondensiert dann und es bilden sich kleine Wassertropfchen. Diese können sich am Himmel je nach Temperatur und Höhe zu den unterschiedlichsten Wolkenformationen ansammeln bzw. weiter unten dichten Nebel bilden.

Idee: Ned Kahn, Sebastopol/USA

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Wie du mir, so ich dir





Was tun und beobachten?

Wenn es stillsteht, sieht dieses «Wasser-Karussell» eigentlich ganz normal aus: Das Wasser strömt aus den nach innen gerichteten Düsen in geraden Linien zur Mitte. Wird das Karussell aber gedreht, werden die Wasserstrahlen entgegen der Drehrichtung abgelenkt, und zwar genau dorthin, wo sich die andrehenden Personen befinden – diese werden dann etwas nass...



Was passiert da?

Alle Wasserstrahlen aus den Düsen strömen immer auf einer geraden Linie nach vorne. Das tun sie auch beim Drehen des Karussells, nur erfahren sie dabei jetzt scheinbar eine Ablenkung: Die Wasserstrahlen werden immer in Drehrichtung abgelenkt, also in die Richtung, die angeschoben wird. Dadurch scheint es, dass die Strahlen in eine «falsche Richtung» abgelenkt werden und das Karussell überholen. Der Grund liegt in der Umfangsgeschwindigkeit – die äusseren Düsen haben eine höhere Geschwindigkeit als der innere Bereich.



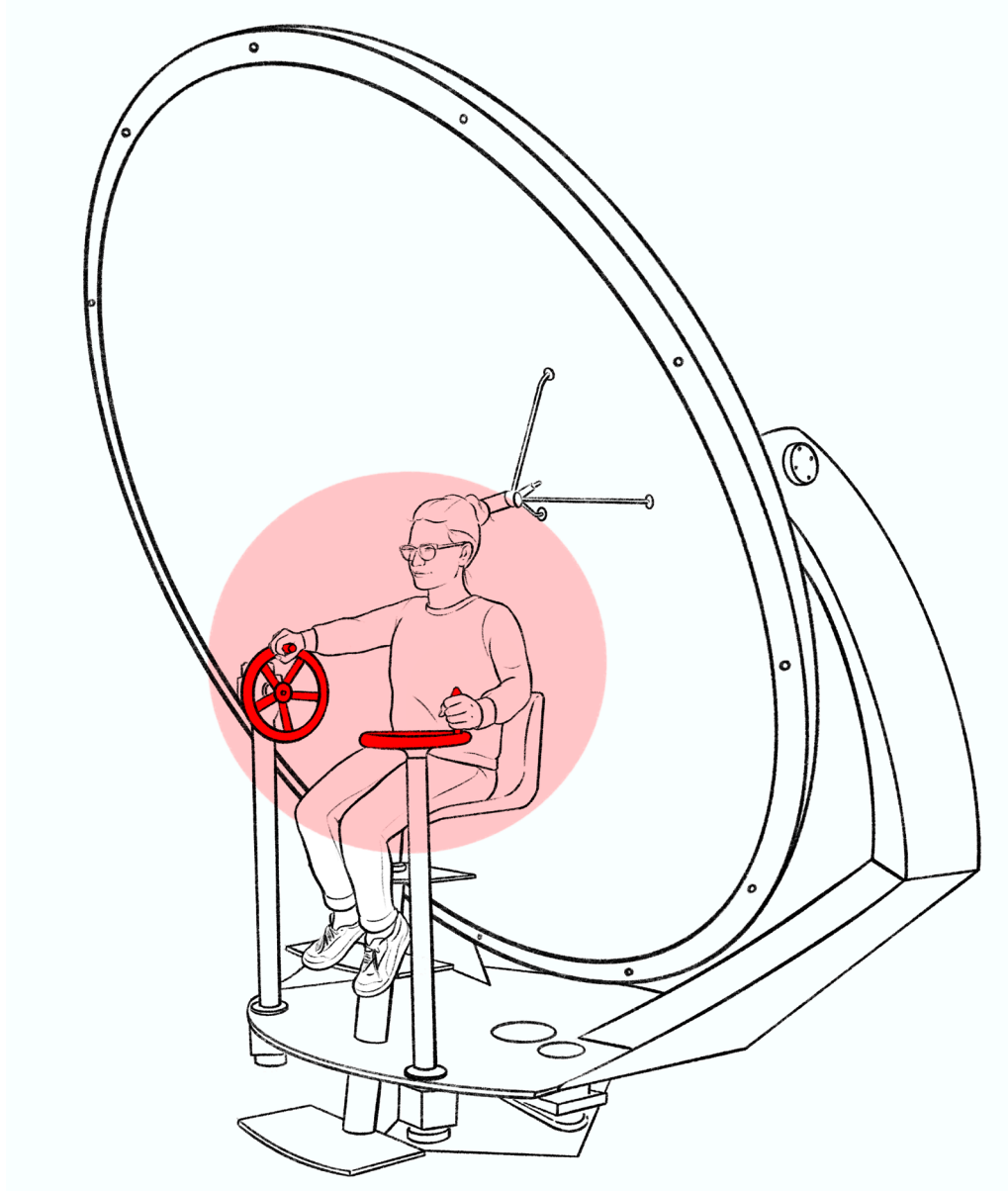
Was ist daran besonders?

Auch auf der Erde wird eine gradlinige Bewegung konstanter Geschwindigkeit (z.B. vom Pol zum Äquator) seitlich in eine Kreisbahn abgelenkt, und zwar durch die Rotation der Erde. Dies ist der sogenannte Coriolis-Effekt. In der Natur bewirkt der Coriolis-Effekt, dass sich auf der Nordhalbkugel die Luft um Hochdruckgebiete im Uhrzeigersinn, um Tiefdruckgebiete gegen den Uhrzeigersinn dreht. Auch dass grosse, stabile Windströmungen wie die Passatwinde seitlich abgelenkt werden, liegt am Coriolis-Effekt.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Fernhörer





Was tun und beobachten?

Der Fernhörer verstärkt die Geräusche im Park und lässt dich Dinge hören, die du sonst gar nicht wahrnehmen könntest. Kannst du zum Beispiel die Vögel auf einem weit entfernten Baum hören? Bitte respektiere aber die Privatsphäre der anderen Besucherinnen und Besucher.



Was passiert da?

Die grosse Schüssel am Exponat wurde genauso berechnet und angefertigt, dass sie auftreffende Schallwellen sehr stark bündelt, und zwar in der Schalenmitte und damit genau auf Höhe unserer Ohren. Durch diese Bündelung können selbst sehr schwache Schallwellen drastisch verstärkt werden. So sind mit der Schüssel auch Geräusche, Töne oder Gespräche zu hören, deren Ursprung in weiter Ferne liegt. Ob gebündelt oder normal: Alle Schallwellen pflanzen sich als Luftdruckschwankungen durch die Luft fort und versetzen das Trommelfell in unserem Ohr in Schwingung. Diese Schwingungen werden im Mittelohr verstärkt und im Innenohr schliesslich in Nervenimpulse umgewandelt. Sie führen dann im Gehirn zu denjenigen Sinnesempfindungen, die wir als Hören von Tönen, Klängen, Worten oder Musik bezeichnen.



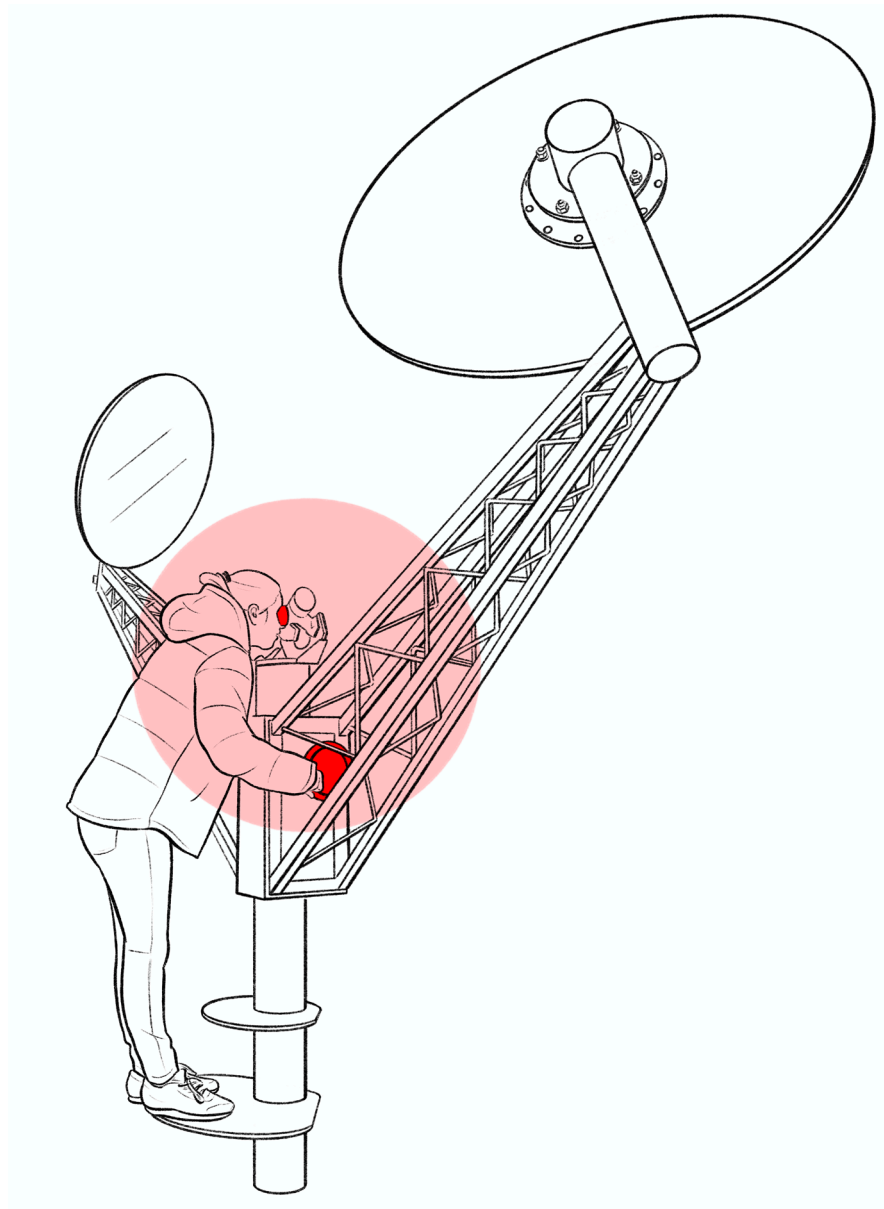
Was ist daran besonders?

Auch das menschliche Ohr ist ansatzweise wie eine Schüssel geformt. Insbesondere die Ohrmuschel bündelt und verstärkt die Schallwellen vor unserem Trommelfell. Diesen Effekt kannst du ganz einfach verstärken, indem du deine Handflächen halbschalenförmig um deine Ohren legst – probiere das einmal im Gespräch oder in der Natur aus. Bei vielen Tieren dagegen sind die Ohren schon zu nahezu perfekten Schüsseln geformt. Die meisten Tiere können ihre Ohren zusätzlich noch aktiv bewegen und gezielt auf eine Geräuschquelle richten. Damit können sie Beutetiere genau lokalisieren, beispielsweise eine Maus unter der Schneedecke.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Tiefenverstärker





Was tun und beobachten?

Fixiere einen Punkt in der Landschaft, zum Beispiel eine Kirche, und beobachte diesen Punkt mit und ohne Exponat. Mit diesem Gerät wird deine Tiefenwahrnehmung (veränderte Wahrnehmung von Distanzen) der Umgebung ganz ungewohnt verändert.



Was passiert da?

Wir können ziemlich gut räumlich sehen, weil unsere Augen in einem gewissen Abstand zueinanderstehen. Jedes Auge sieht einen Gegenstand somit jeweils aus einem leicht unterschiedlichen Winkel. Unser Gehirn bekommt also zwei unterschiedliche Bildinformationen über ein und dasselbe Objekt. Daraus konstruiert es – basierend auf dem bisher über räumliches Sehen Gelernten – ein neues Gesamtbild mit einem räumlichen Eindruck und mit gewohnter Tiefenwirkung. Der Tiefenverstärker vergrößert jedoch künstlich unseren Augenabstand von durchschnittlich 6,5 Zentimetern bei Erwachsenen auf fast 3 Meter! Jetzt sind die Bildinformationen, die unsere Augen ans Gehirn leiten, sehr viel stärker seitlich zueinander versetzt und damit extrem unterschiedlich. Unser Gehirn muss aus diesen unbekannten Informationen wiederum etwas Passendes konstruieren. Daraus resultiert der Eindruck einer geschrumpften Welt mit einer ungewohnten Verstärkung der Tiefenwahrnehmung.



Was ist daran besonders?

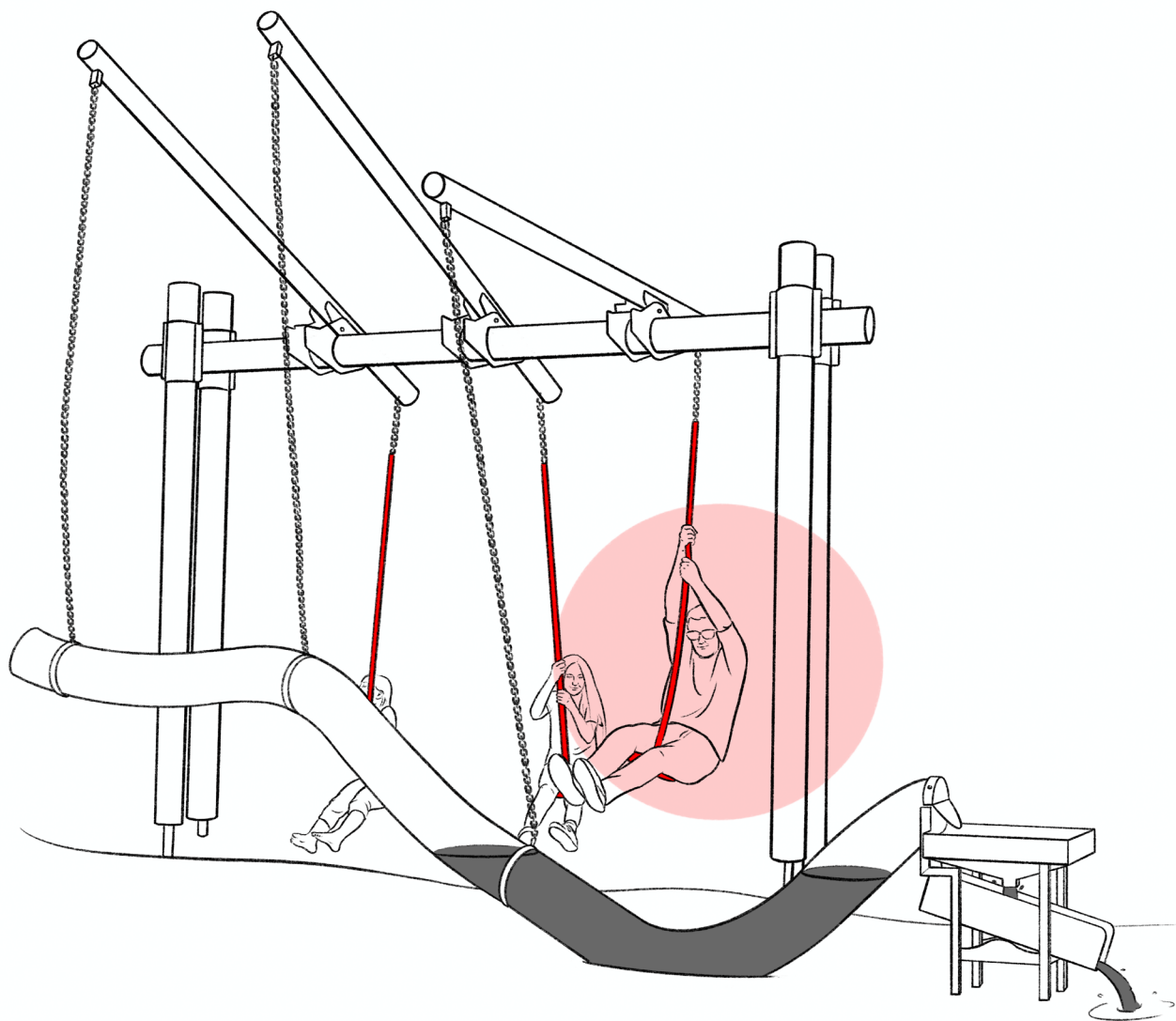
Unser räumliches Sehvermögen nimmt mit zunehmender Entfernung ab. Im Nahbereich ist es jedoch gut ausgeprägt. Dadurch können wir mit unseren Händen sehr feine Arbeiten exakt ausführen. Du kannst dein räumliches Sehvermögen spielerisch-experimentell untersuchen: Versuche, mit einem Finger den ausgestreckten Finger einer anderen Person zu treffen – einmal mit nur einem geöffneten Auge, danach mit beiden Augen offen. Umgekehrt sitzen bei Fluchttieren, z.B. Pferden, die Augen links und rechts am Kopf. Damit haben sie ein besonders grosses Sichtfeld und mögliche Angreifer fast immer im Blick.

Idee: Ned Kahn, Sebastopol/USA

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Wipp-Pumpe





Was tun und beobachten?

Hier ist Teamwork gefragt. Durch gemeinsames Wippen an den drei Hebeln kann Wasser durch den ganzen Schlauch transportiert werden, bis es am Ende in den Auffangbehälter fließt.



Was passiert da?

Wie bei einer Wippe, könnt ihr durch euer Körpergewicht den Querbalken über euch auf- und ab bewegen. Mit dieser Hebelwirkung steuert ihr euer Schlauchstück im Wasser. Um wie gewünscht Wasser durch das Rohr in den Eimer fließen zu lassen, müsst ihr euren Rhythmus allerdings genau aufeinander abstimmen und phasenverschoben wippen, also immer kurz nacheinander den Schlauch heben und senken.



Was ist daran besonders?

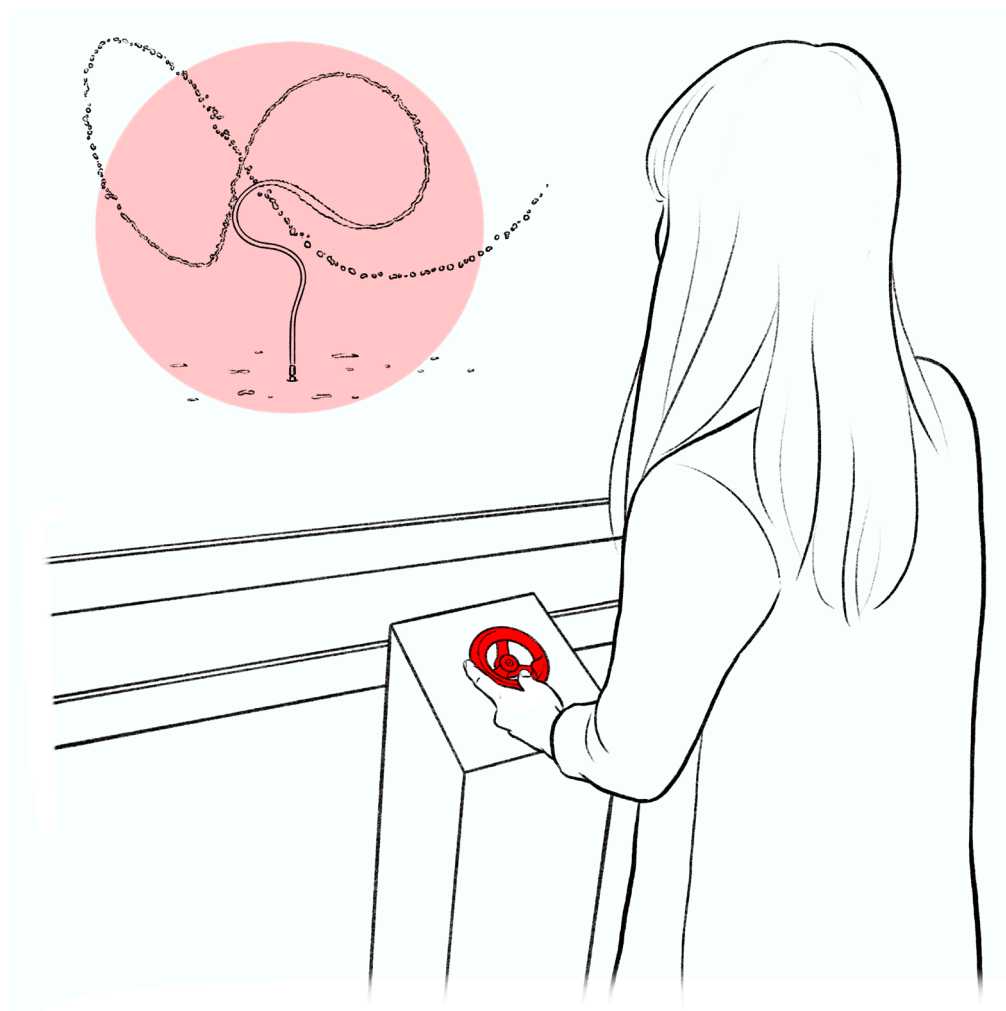
Perfekt aufeinander abgestimmte, phasenverschobene Schwingbewegungen kannst du bei Tieren wie Schlangen oder Raupen beobachten. Diese können sich so seitwärts recht schnell davonschlängeln. Diese Fortbewegungsart hat man auch für Roboter nachgebaut, die in der Wüste arbeiten sollen. Das ist ein Beispiel für die sogenannte Bionik, eine angewandte Wissenschaft, die nach dem Vorbild der Natur bestimmte Funktionen von Tieren oder Pflanzen technisch nachahmt und nachbaut.

Idee und Realisation: Bruns B.V., Bergeijk/NLD



Tanzender Wasserschlauch

by Ned Kahn





Was tun und beobachten?

Mit dem Drehschalter und der richtigen Wassermenge kannst du hier schöne Bewegungen und Muster aus Wassertropfen in die Luft zeichnen. Versuche einmal, eine bestimmte Figur über längere Zeit aufrecht zu halten.



Was passiert da?

Das Ende des Schlauches bewegt sich, weil das ausströmende Wasser ihn nach hinten drückt und ihn gleichzeitig auch seitlich ablenkt. Die Bewegungen sind umso stärker, je schneller das Wasser aus dem Schlauch strömt. So «wedelt» bei wenig Wasser das Schlauchende in einer fast regelmässigen, pendelartigen Bewegung nur langsam hin und her. Drehst du dagegen voll auf, peitscht der Wasserstrahl wild in alle Richtungen. Bei mittleren Fliessgeschwindigkeiten bewegt sich das Schlauchende in teils sehr komplexen Figuren, die der Wasserstrahl – oft aufgelöst in Tropfen – dann in die Luft zeichnet. Man kann hier auch von «instabilen Mustern» sprechen: Selbst wenn man glaubt, ein festes Muster eingestellt zu haben, verändert eine geringfügige Änderung des Wasserflusses oder ein Windstoss die Form wieder vollständig.



Was ist daran besonders?

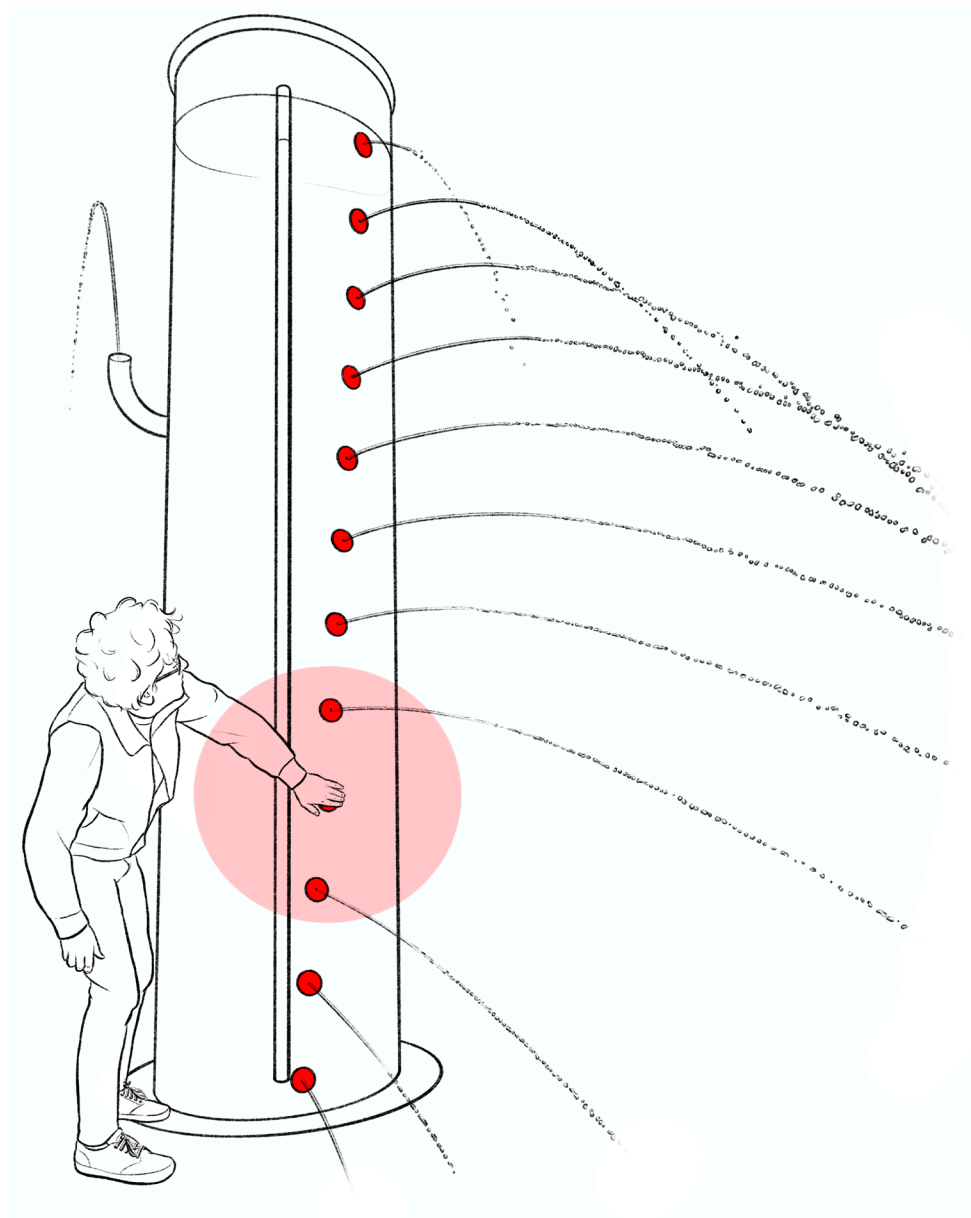
Die Bewegungen des Wasserschlauchs stehen für sogenanntes chaotisches Verhalten. Es lässt sich weder vorhersehen noch berechnen. Es ist typisch für Systeme, die extrem empfindlich schon auf kleinste Veränderungen der Ausgangsbedingungen reagieren. Chaotische Systeme finden wir etwa beim Wetter, in Strömungen, beim Entstehen von Verkehrsstaus. Übrigens: Grosse durchströmte Schläuche können beim Herumschnellen enorme Kräfte entwickeln. So sind bei der Feuerwehr meistens zwei Personen am Schlauchende postiert, um den Wasserstrahl zielgenau auf den Brand richten zu können.

Idee: Ned Kahn, Sebastopol/USA

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Höher und weiter?





Was tun und beobachten?

Die Wasserstrahlen aus den zwölf übereinanderstehenden Düsen spritzen unterschiedlich weit. Je weiter unten die Düsen sind, desto höher ist der Wasserdruck. Was passiert, wenn du eine Düse zuhältst? Interessant sind auch die vier Düsen auf der anderen Seite: Obwohl sie alle auf verschiedenen Höhen angebracht sind, steigt jeder Wasserstrahl auf die gleiche Höhe.



Was passiert da?

Länge und Form jedes Strahls hängen vom Druck im Wasserzylinder ab. Ganz oben ist der Druck gering und so kommen nur verhältnismässig schwache, parabelförmig gekrümmte Strahlen aus den oberen Düsen. Unten hingegen lastet die ganze Wassersäule auf den Austrittsöffnungen. Deshalb spritzen die Strahlen dort mit viel höherer Geschwindigkeit fast waagrecht aus dem Zylinder. Dass die unterste Düse nicht am weitesten spritzt, liegt nur an der Nähe zum Boden – der Strahl wird dadurch vorzeitig abgebrochen. Der Zusammenhang zwischen Wasserdruck und Austrittsgeschwindigkeit lässt sich auch auf der gegenüberliegenden Seite des Zylinders, bei den vier nach oben gerichteten Düsen, erkennen: Die Wasserstrahlen erreichen fast die gleiche Höhe, da der Wasserdruck und die Höhe, die der Strahl erreichen kann, zusammenhängen. Je tiefer die Düse positioniert ist, desto höher ist der Wasserdruck und entspre-

chend auch die Steighöhe des Strahls, während bei höher positionierten Düsen der Wasserdruck und die Steighöhe des Strahls entsprechend niedriger sind. Übrigens: Düsen zuhalten bringt nichts. Der Überlauf sorgt dafür, dass die Höhe der Wassersäule und somit der Druck unverändert bleibt.



Was ist daran besonders?

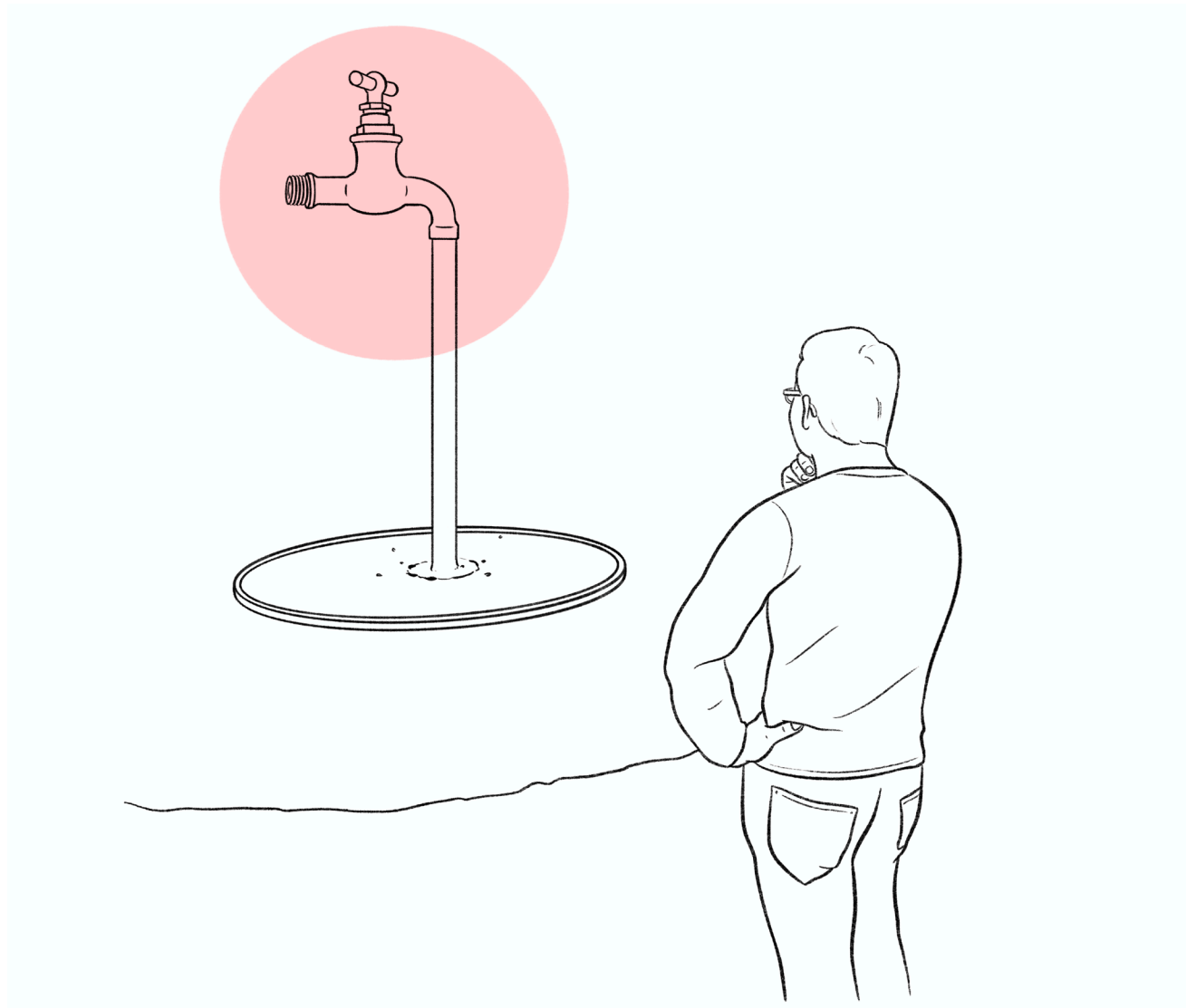
Auch das aufgestaute Wasser hinter einem Staudamm stellt eine grosse Wassersäule dar. Ihre hohe potentielle und kinetische Energie nutzt man, um unten auf der anderen Mauerseite Generatoren zur Stromerzeugung zu betreiben. Früher gebräuchliche Wassertürme nutzten ebenfalls den hohen Wasserdruck in den Leitungen unterhalb des wassergefüllten Hochbehälters, um Häuser mit Wasser zu versorgen.

Inspiration: Tom Tits, Södertälje/SWE

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Schwebender Wasserhahn





Was tun und beobachten?

Nanu? Ein riesiger Wasserhahn, der in der Luft schwebt und aus dem Wasser strömt? Das gibt es nur hier im Technorama. Sein Geheimnis würdest du schnell erkennen, wenn du deine Hand durch den Wasserstrahl strecken könntest – dann würdest du nämlich plötzlich auf einen festen, unsichtbaren Widerstand stossen.



Was passiert da?

Der Wasserhahn schwebt nicht etwa auf seinem eigenen Strahl, sondern steckt auf einem durchsichtigen Plexiglasrohr. In diesem Rohr wird Wasser hochgepumpt. Es tritt oben am Hahn über den Rohrrand und fliesst aussen am Rohr zurück ins Becken. Das Rohr ist deshalb nicht mehr zu sehen. So entsteht die Illusion, dass Wasser aus einem Hahn fliesst, der keinen Wasseranschluss hat und in der Luft schwebt. Entscheidend ist, dass hier die beiden Materialien Wasser und Plexiglas ungefähr dieselbe optische Dichte haben. Dadurch kannst du die Grenze zwischen den beiden Stoffen nicht genau erkennen. Das gilt, wie hier, für völlig farblose Materialien, aber auch für gleich gefärbte, durchsichtige Stoffe. So würde die Illusion des schwebenden Wasserhahns beispielsweise auch mit grünem Wasser und einem grünen Plexiglasrohr funktionieren.



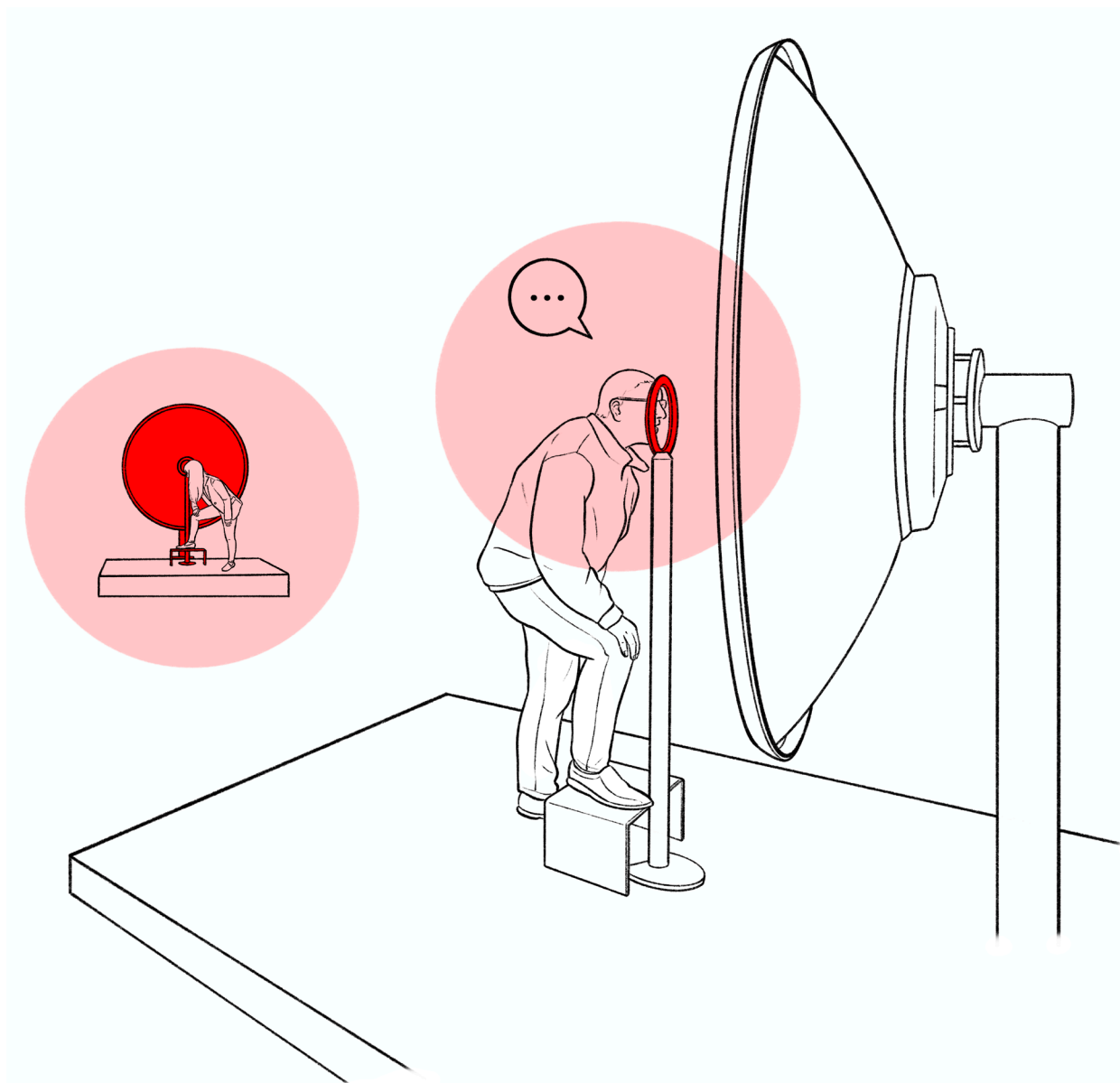
Was ist daran besonders?

Alle Informationen, die unser Gehirn ständig über unsere Sinne aufnimmt, muss es gewichten, mit unseren Kenntnissen und Erfahrungen abgleichen und schliesslich daraus etwas Passendes und Stimmiges konstruieren. Das gelingt ihm meistens sehr gut. Sind die Informationen jedoch widersprüchlich, können manchmal Fehlinterpretationen auftreten, wie hier beim scheinbar schwebenden Wasserhahn.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Flüsterstrecke





Was tun und beobachten?

Wie leise könnt ihr euch über die beiden Satellitenschüsseln unterhalten? Ihr könnt auch einmal ausprobieren, ob ihr weiter miteinander reden könnt, wenn ihr sprechend zur anderen Schüssel jenseits des Bachs geht.



Was passiert da?

Fängt eine der Satellitenschüsseln Schallwellen auf, werden diese im Brennpunkt (roter Ring) vor der Schüsselmitte gebündelt. Die Schallwellen werden dadurch so verstärkt, dass du das Flüstern deines Gegenübers an der anderen Schüssel trotzdem noch deutlich hören kannst – sogar 40 Meter weit. Sprichst du in die Schüssel hinein, läuft die Schallbündelung umgekehrt ab: Die durch deine Stimme im Brennpunkt erzeugten Schallwellen treffen auf die Satellitenschüssel, werden dort reflektiert und breiten sich anschliessend parallel in Richtung der anderen Schüssel aus. Wenn du dich sprechend von der Schüssel rückwärts entfernst, wird deine Stimme immer lauter. Die grösste Lautstärke entsteht im doppelten Abstand, den der Brennpunkt zur Schüssel hat. Genau hier treffen alle in der Schüssel reflektierten Schallwellen wieder auf dein Ohr.



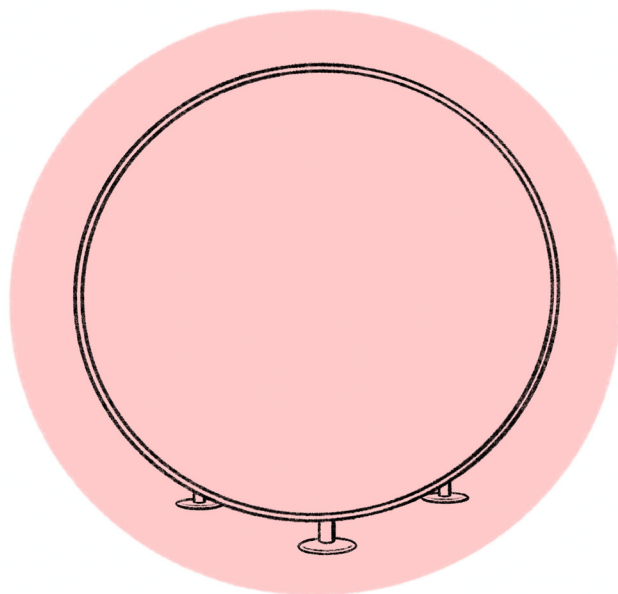
Was ist daran besonders?

Ob Schall, Licht, Wärme oder Funk- und Satellitensignale: Praktisch alle Arten von Signalwellen lassen sich mit Hohlspiegeln bündeln und verstärken. Kleine Hohlspiegel finden sich in Scheinwerfern oder am Haus in Form von Satellitenschüsseln fürs Fernsehen. Grosse Spiegel mit mehreren hundert Metern Durchmesser sind dagegen Bestandteil von sogenannten Radioteleskopen, die elektromagnetische Wellen aus dem Weltraum auffangen.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Himmelsfenster





Was tun und beobachten?

Nanu – ein Loch in der Landschaft, durch das man den Himmel sieht? Es ändert auch seine Form, wenn du dich bewegst. Von der Brücke sieht es aus wie ein Kreis, doch aus der Nähe siehst du: Es ist ein elliptischer Spiegel.



Was passiert da?

Der ellipsenförmige Spiegel ist so aufgestellt, dass er den Himmel über sich widerspiegelt. Da du von weitem nur den Himmel und nicht den Spiegel siehst, entsteht der Eindruck eines Lochs oder Himmelsfensters. Wenn du dich bewegst, ändert sich auch die Perspektive, mit der du die Dinge siehst. Die Perspektive bezeichnet die räumliche Anordnung von Objekten zueinander im dreidimensionalen Raum, und zwar immer vom Blickpunkt des Betrachters oder der Betrachterin aus. Wieso sehen wir hier aber den Spiegel von weitem als Kreis und erst in der Nähe als Ellipse? Das liegt an der Vieldeutigkeit des Bildes auf der Netzhaut unserer Augen: Wenn unterschiedlich geformte Körper das jeweils identische Netzhautbild erzeugen, interpretiert sie unser Gehirn als vollkommen gleichartig. So kann die schräge Ellipse durchaus kreisrund aussehen. Hinzu kommt, dass wir beim Sehen weit entfernter Gegenstände fast keine Informationen über die tatsächliche Raumtiefe mehr erhalten.



Was ist daran besonders?

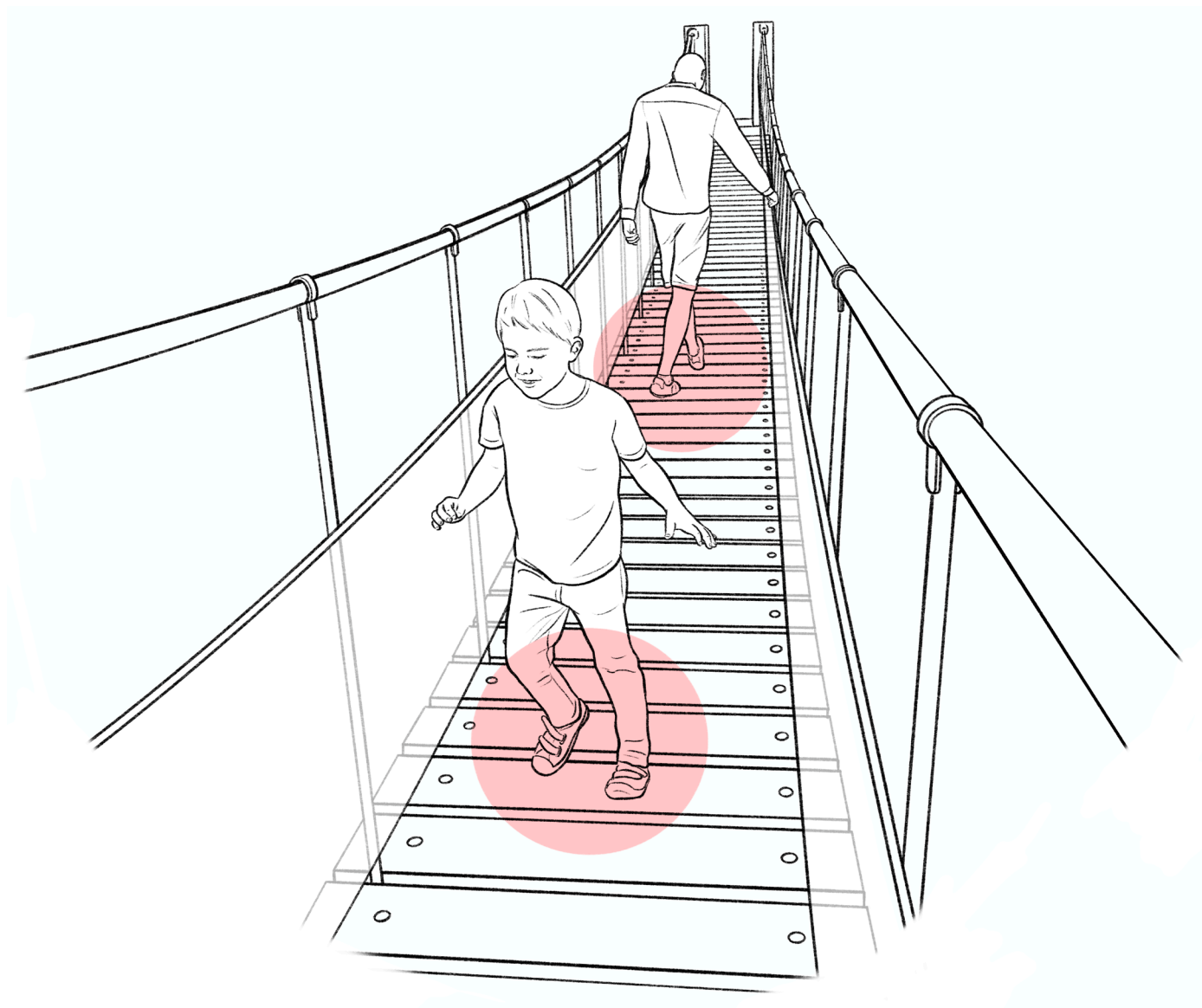
Das Himmelsfenster zeigt: Oft gibt es nicht die eine eindeutige Wahrheit. Vielmehr können Dinge oder Angelegenheiten oft aus zwei oder sogar mehreren Blickwinkeln betrachtet werden. Oft wird gestritten, welche Ansicht nun die richtige sei – dabei ist jede Sichtweise gleichberechtigt zur anderen, und damit hat auch keine Person mit ihrer Auffassung allein recht.

Inspiration: div. Quellen

Realisation: Swiss Science Center Technorama



Hängebrücke





Was tun und beobachten?

Laufe allein oder zur zweit im Gleichschritt über die Hängebrücke. Wie verhält sich die Brücke? Stehe in die Mitte der Brücke und versuche, sie in eine andere Schwingungsfrequenz zu bringen.

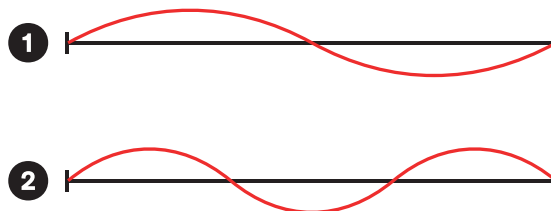


Was passiert da?

Hier kann man die Resonanzfrequenz der Brücke erleben. Die Resonanzfrequenz ist die natürliche Frequenz, bei der die Struktur am leichtesten schwingt. Wenn man über die Hängebrücke geht, wird sie in Schwingung versetzt. Je nach Bewegung der Leute auf der Brücke, können diese Schwingungen verstärkt oder gedämpft werden. Wenn man sich auf der Brücke mit ihrer Resonanzfrequenz bewegt, können die Schwingungen intensiver werden und stehende Wellen erzeugen. Bei dieser Brücke sind zwei besondere Schwingungsmuster zu erkennen: Eine Schwingung kannst du beim Laufen auslösen und die andere, wenn du in der Mitte der Brücke ab und auf wippst. Merkst du, dass es Punkte auf der Brücke gibt, bei denen sie sich sehr stark bewegt und andere, bei denen sie fast stillsteht? Diese zwei Schwingungsmuster entsprechen der sogenannten ersten und zweiten Oberschwingung (Grundfrequenzen) der Brücke.



Was ist daran besonders?



Die Brücke ist 17,44 Meter lang und hat Resonanzfrequenzen von: **1** 1,66 Hz und **2** 2,44 Hz. Die **1** entspricht der Schrittfrequenz beim gemütlichen Gehen, die **2** entspricht der Schrittfrequenz beim schnellen Laufen. Die Brücke ist so gebaut, dass sie bis zu einer Beschleunigung von 4g ohne Schäden an der Konstruktion hochgeschaukelt werden könnte. Um die Sicherheit der Brücke zu gewährleisten, ist es bei der Planung und dem Bau wichtig, die Resonanzfrequenzen zu berücksichtigen. Es gab schon Brücken, die sich durch einen gleichmässigen Wind selbst so in Schwingung versetzt haben, dass sie zerstört wurden, wie z.B. die Tacoma Brücke im Jahr 1940.

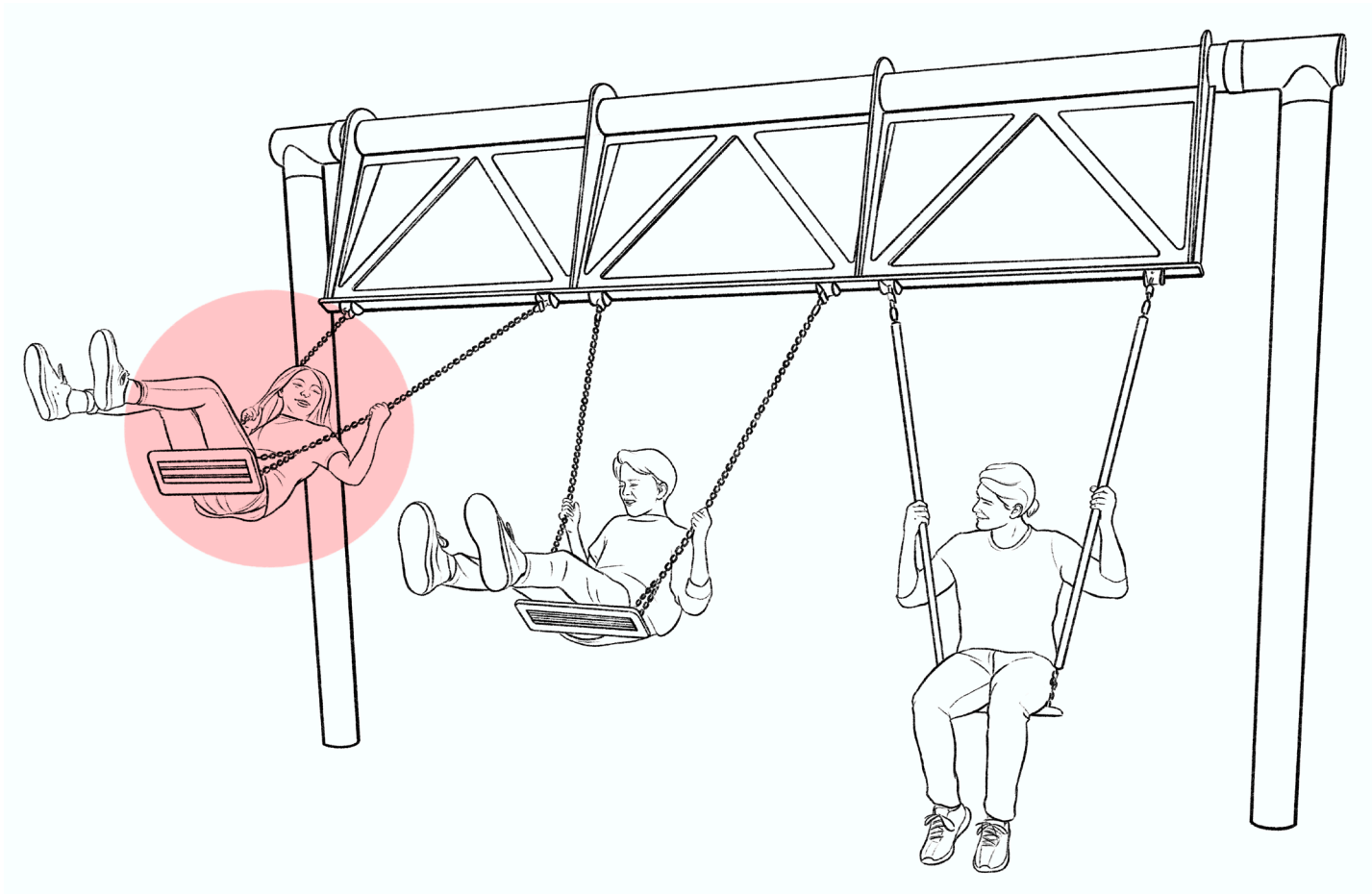
Idee: Swiss Science Center Technorama

Planung: Conzett Bronzini Partner AG

Realisation: CRESTAGEO AG



Eigenwillige Schaukel





Was tun und beobachten?

Am besten funktioniert das Exponat zu zweit oder zu dritt. Wichtig ist dabei, dass mindestens eine Person ganz ruhig auf ihrer Schaukel sitzt. Die Schwingbewegung überträgt sich so auf die anderen Sitze. Durch diese Wechselwirkung wird man beschleunigt oder abgebremst. Wenn du alleine schaukelst, ist der Effekt weniger stark.



Was passiert da?

Alle Schaukeln sind über die obere, frei bewegbare Querstange miteinander verbunden. Physikalisch betrachtet, stellen sie gekoppelte Pendel dar. Sobald eine Schaukel zu Schwingen anfängt, beginnt auch die Stange hin- und her zu schwingen. Dabei überträgt sie jedes Mal ein wenig Energie auf die anderen, ruhenden Schaukeln. Diese beginnen sich mit der Zeit immer weiter aufzuschaukeln – bis die Energie der ersten Schaukel vollständig auf die anderen Sitze übertragen ist und sie stehen bleibt. Im Anschluss kann sie aber wieder Schwingungsenergie von den anderen Schaukeln erhalten und das Spiel beginnt von vorne. Wie stark sich die Sitze jeweils aufschaukeln, hängt bei diesem Exponat von der aktuellen Gewichtsverteilung ab. Alle Bewegungen verlangsamen sich jedoch reibungsbedingt mit der Zeit und schliesslich bleiben die Schaukeln wieder stehen.



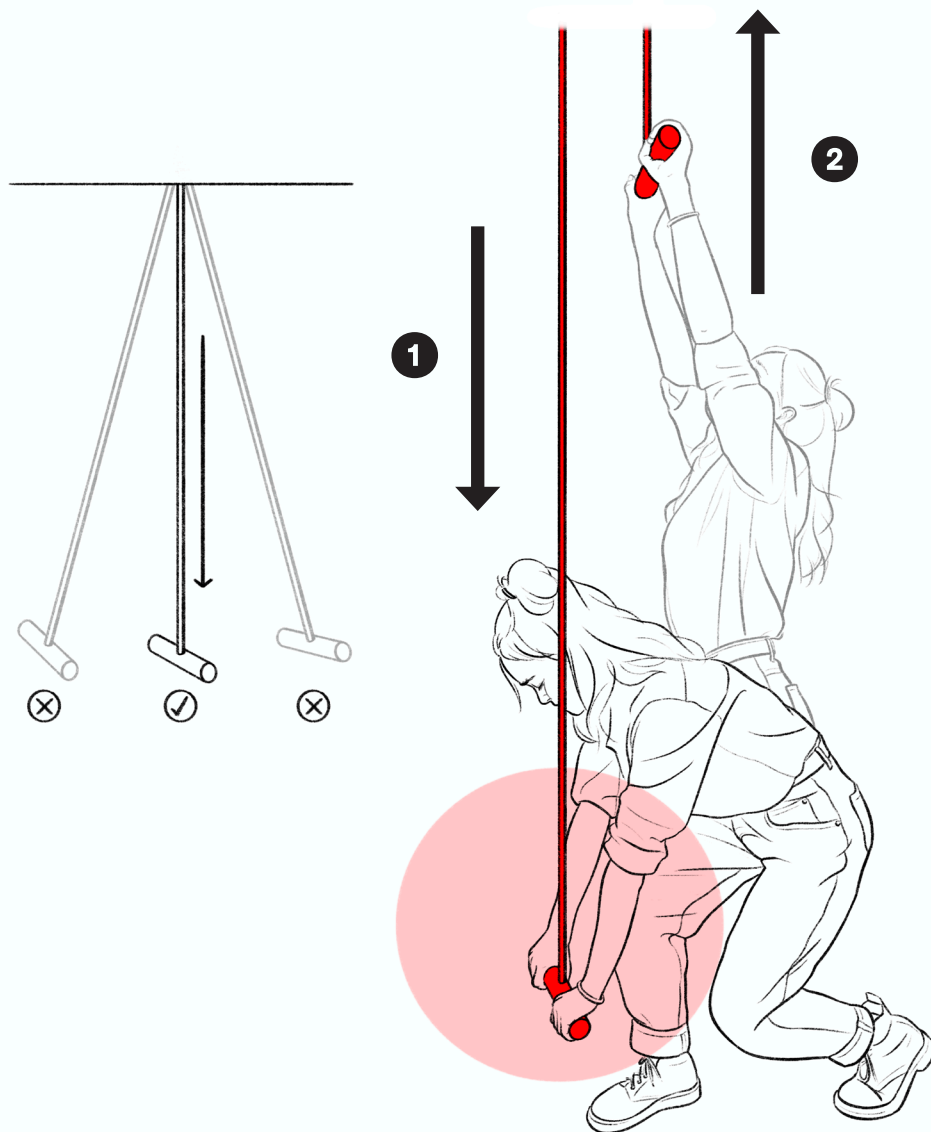
Was ist daran besonders?

Das Prinzip von gekoppelten Pendeln benutzt man manchmal auf Schiffen, um deren Hin- und Herschaukeln bei hohem Wellengang zu reduzieren. Es handelt sich dabei um zwei grosse, wassergefüllte Behälter back- und steuerbords im Schiffsbauch, die über ein Rohr miteinander verbunden sind. Das Wasser schwappt genau im Gegenrhythmus zur Schiffsbewegung in den Behältern hin und her. Dies verringert den Einfluss der Wellen und das Schiff fährt deutlich stabiler.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Boyo





Was tun und beobachten?

Wenn du das Seil am Griff nach unten ziehst, beginnt sich oben das Schwungrad zu drehen. Du kannst es durch rhythmisches Ziehen so stark beschleunigen, dass sich das Seil immer weiter auf- und abwickelt – und dich dabei stets ein bisschen höher hinaufzieht.



Was passiert da?

Das Seil ist fest mit dem Schwungrad oben verbunden. Wenn es sich dreht, wird das Seil entweder auf- oder abgewickelt und der Griff hebt oder senkt sich. Ist das Seil ganz abgesenkt, wird es automatisch durch die fortlaufende Drehung des Schwungrads wieder um dessen Achse aufgewickelt. Die Masse des Schwungrads, die Seillänge und das Körpergewicht sind so aufeinander abgestimmt, dass sich eine fließende, kontinuierliche Auf- und Abwärtsbewegung ergibt. Das Boyo ist also wie ein herkömmliches Spielzeug-Yoyo konzipiert, nur umgekehrt: Das Schwungrad ist hier fest fixiert und du selber bewegst dich auf und ab.



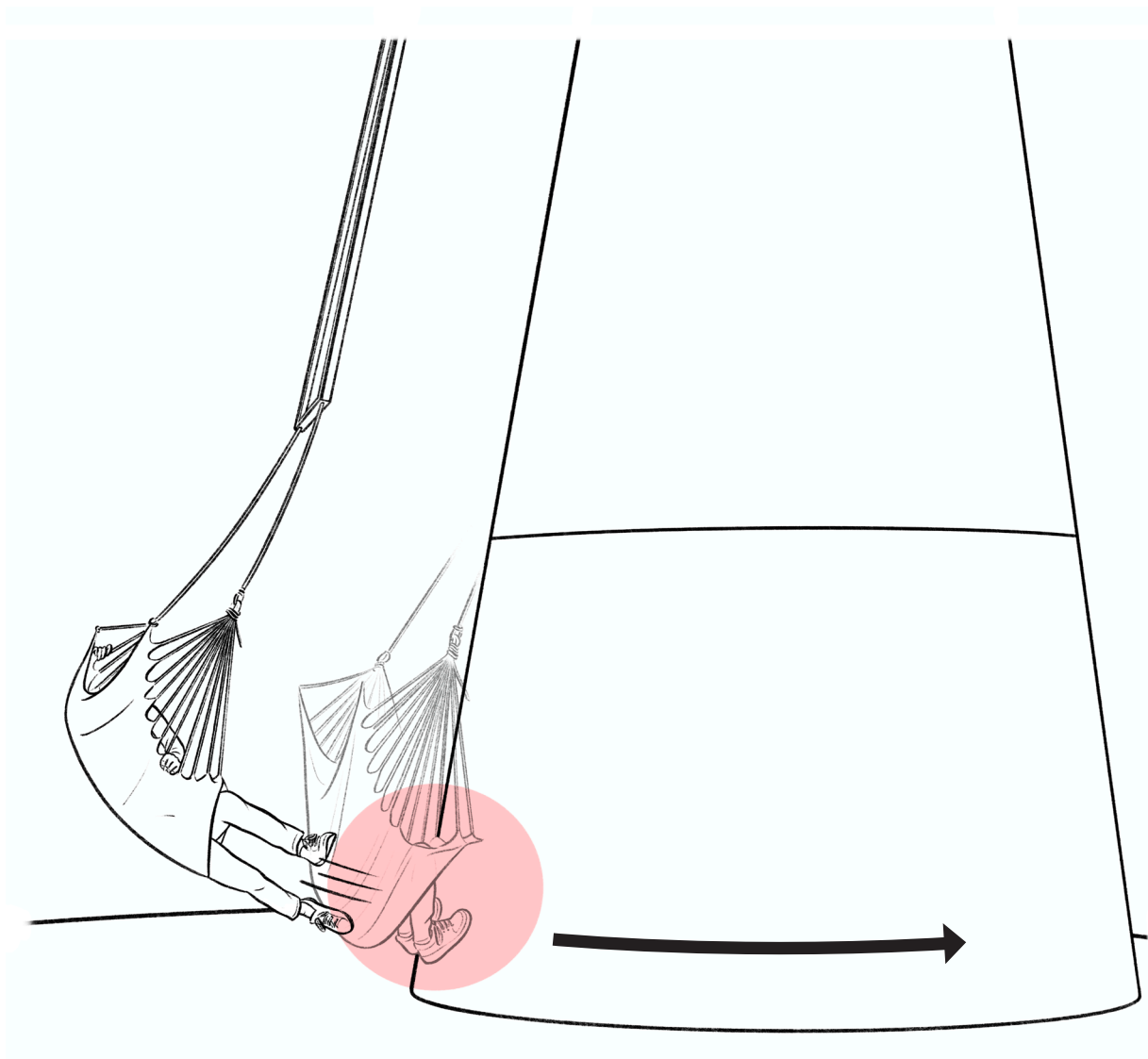
Was ist daran besonders?

Die verhältnismässig schnelle, kontinuierliche Auf- und Abwärtsbewegung von Yoyos hat als sogenannter Yoyo-Effekt auch Eingang in unseren Sprachgebrauch gefunden. Er bezeichnet beispielsweise die manchmal individuell auftretende Zu- und Abnahme des Körpergewichts von Personen, die Diäten machen. Diese nehmen meist erst einmal schnell ab, danach aber genauso schnell auch wieder zu. Auch Aktienkurse oder Wirtschaftsentwicklungen können einen Yoyo-Effekt aufweisen.

Idee und Realisation: Jonathan Engineering Ltd., Kiryat Tiv'on/ISR



Mond-Spaziergang





Was tun und beobachten?

Wenn du schon immer mal wissen wolltest, wie sich ein Spaziergang auf dem Mond anfühlt – dieses Technorama-Exponat macht's möglich. Du kannst dabei auf zwei Arten um den Mond-Kegel herumlaufen oder -hüpfen: Entweder beidfüssig mit dem Gesicht zur Kegelwand, oder du drehst dich seitlich liegend so im Sitzgurt, dass die Wand dann quasi der Boden ist. Auf jeden Fall reicht schon eine kleine Kraftanstrengung aus, um überraschend grosse Sprünge zu machen.



Was passiert da?

Keine Frage: Wenn du ganz normal über einen ebenen Boden gehst, zieht dich die Erdanziehungskraft, auch Schwerkraft genannt, in vollem Umfang nach unten. Hier im Exponat wirkt allerdings nicht die volle Schwerkraft auf deine Füsse an der Kegelwand. Vielmehr ist sie auf einen Sechstel reduziert und entspricht damit genau dem Schwerkraft-Niveau auf dem Mond. Die Schwerkraft ist dort geringer, weil der Mond viel kleiner ist als die Erde. Physikalisch betrachtet, stehst du hier auf einer schiefen Kegelwand, während Sitz und Stange einen Teil deines Gewichts gegen die Schwerkraft halten. Als Folge zieht dich nur ein Teil der Erdanziehungskraft, nämlich ein Sechstel, in Richtung schiefe Wand. Dadurch kommst du dir viel leichter vor als üblich und du kannst ganz einfach auch enorme Hüpfen und Sprünge machen.



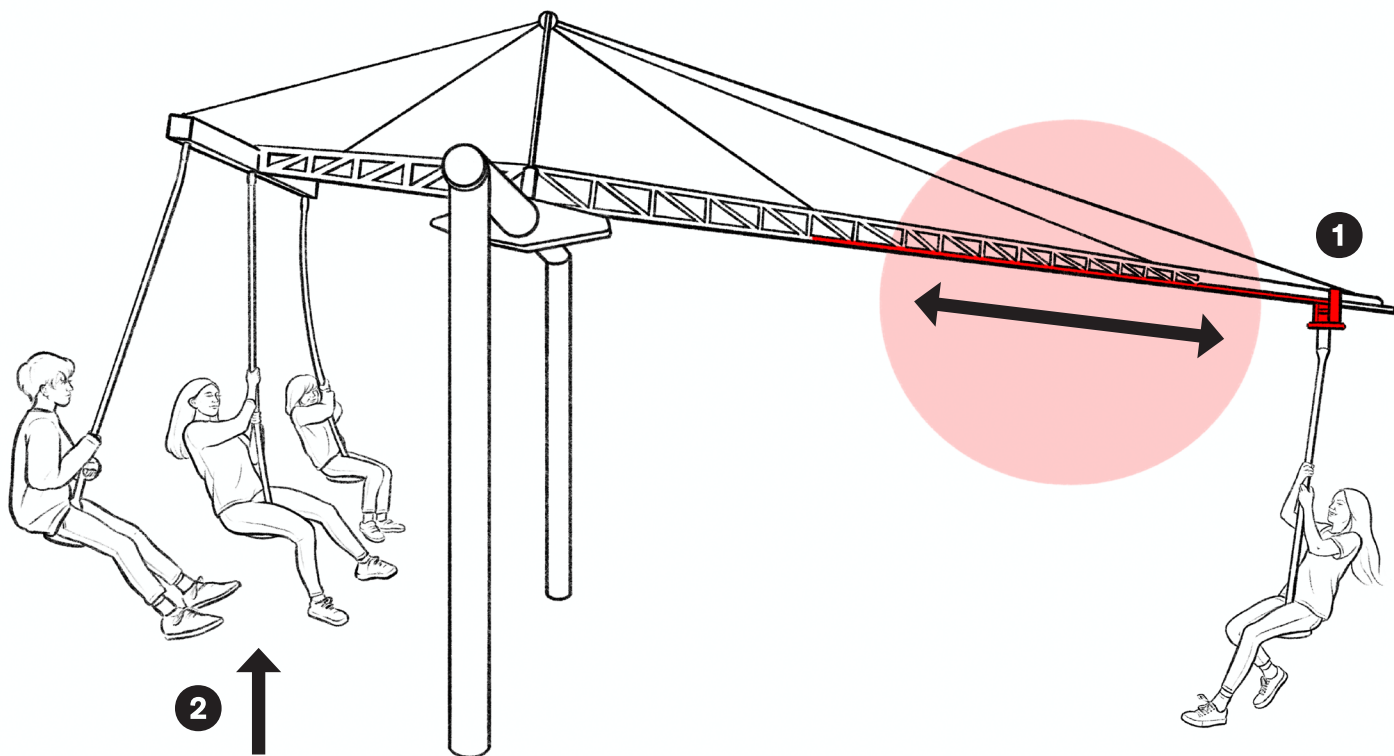
Was ist daran besonders?

Man kann ziemlich genau berechnen, wie gross die Schwerkraft auf anderen Himmelskörpern ist – und wie hoch man da wohl aus dem Stand heraus springen könnte. Auf der Erde sind das ungefähr 50 Zentimeter, auf dem Mond dagegen rund 3 Meter. Auf dem Mars beträgt deine Sprunghöhe etwas mehr als 1 Meter, während es auf dem Zwergplaneten Pluto dagegen fast 8 Meter sind! Und auf dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko würdest du dich in eine schwindelerregende Höhe von über 850 Metern katapultieren! Wenn du dann wieder auf den Füßen landen würdest, wäre dieser Luftsprung genauso schmerzlos wie auf der Erde.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Am längeren Hebel





Was tun und beobachten?

Hier kannst du buchstäblich «am längeren Hebel» sitzen und bis zu drei andere Personen anheben, selbst wenn die alle viel schwerer sind als du. Dazu musst du den verschiebbaren Sitzteller auf die richtige Position ziehen.



Was passiert da?

Wie jede Wippe, nutzt auch dieses Exponat das Prinzip der Hebelwirkung. Ein Hebel ermöglicht es, mit kleiner Kraftanstrengung einen sehr schweren Körper zu heben. Hier geht die Hebelwirkung von den beiden Balken aus, an denen die Sitze hängen. Es sind klassische Hebel, die sich um eine feste Achse drehen lassen. Die Hebelwirkung hat dir geholfen, die schwereren Personen allein mit deinem Körpergewicht hochzuheben. Dies geht umso leichter, je weiter du deinen Sitz nach aussen verschiebst. Um mit einer doppelt so schweren Person im Gleichgewicht zu sein, muss dein Sitz auch doppelt so weit vom Drehpunkt entfernt sein wie der Sitz gegenüber. Ein spannender Zusammenhang ist auch, dass du zwar mit weniger Kraft die andere Person bewegen kannst, jedoch musst du dafür auch eine grössere Bewegung machen.



Was ist daran besonders?

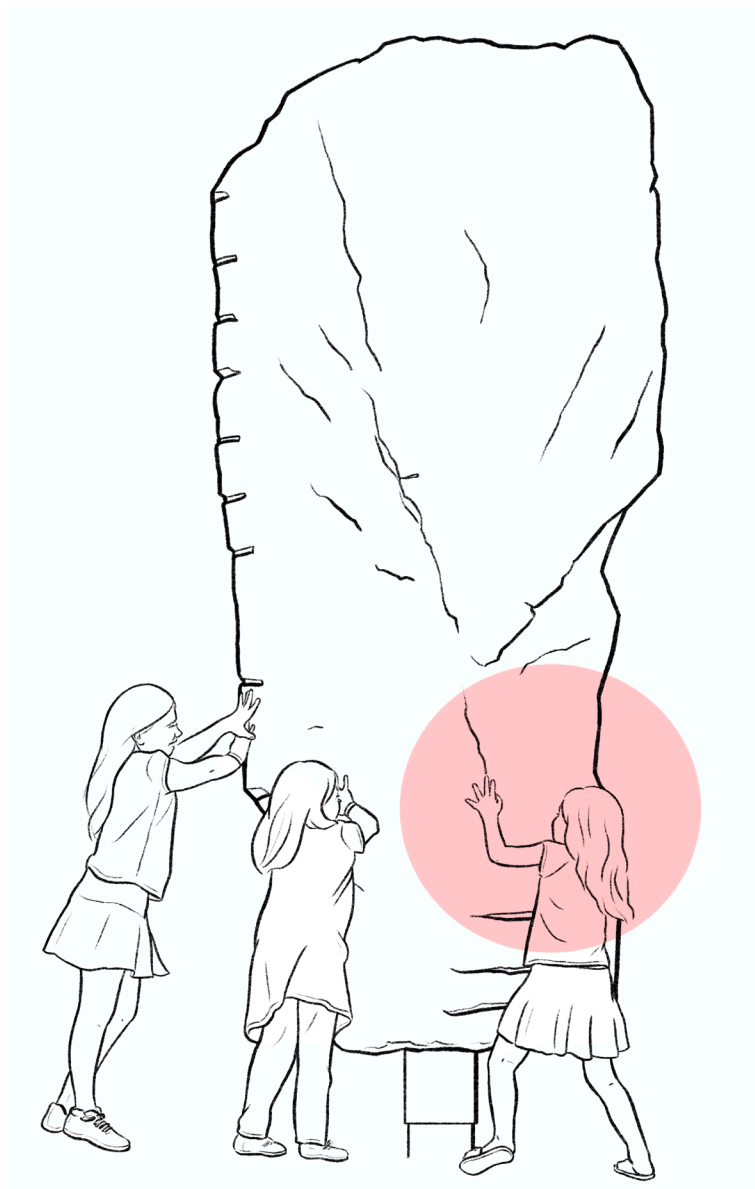
Auch im Alltag nutzen wir die kraftvolle Wirkung von Hebeln, beispielsweise in Form von Messern, Flaschenöffnern oder Schraubenschlüsseln. Deren Hebelwirkung kannst du übrigens ganz einfach verstärken, indem du ein stabiles Rohr über das freie Ende des Schraubenschlüssels steckst. Mithilfe dieser Verlängerung lassen sich dann auch festsitzende Schraubenmuttern meist ganz leicht lösen.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Rock Spinner

by Zachary Coffin





Was tun und beobachten?

Es ist verblüffend, doch dieser riesige, etwa fünf Tonnen schwere Felsbrocken lässt sich ganz leicht drehen. Gibt es bestimmte Stellen am Felsen, wo du ihn besonders leicht andrehen kannst? Der Felsen rotiert auch von alleine noch eine Zeit lang weiter, wenn du ihn vorher genügend schnell angedreht hast.



Was passiert da?

Im Inneren des Felsblocks befindet sich eine senkrechte Achse aus Stahl, auf die der Stein quasi aufgesteckt ist. Die Achse ist über mehrere, sehr bewegliche Kugellager mit der Bodenplatte verbunden. Die Kugellager sind so leichtgängig, dass sie sich ganz einfach andrehen lassen und dann nahezu reibungsfrei weiterlaufen. Physikalisch betrachtet, erzeugst du beim Anschieben mit deiner Hand am Felsen ein sogenanntes Drehmoment. Dieses hängt davon ab, wie weit deine Hand vom Felsen und dessen Drehachse entfernt ist sowie vom Winkel, in dem du angreifst. Du kannst dieses Drehmoment vergrössern und den Felsen besonders leicht andrehen, wenn du an einer vorspringenden Ecke oder Felskante anschiebst, also an einer Stelle, die sich möglichst weit weg von der Drehachse befindet. Die grosse Masse des Felsbrockens sorgt ausserdem dafür, dass er sich sehr träge verhält. Deshalb ist es verhältnismässig schwer, ihn überhaupt anzuschieben. Wenn er jedoch

einmal in Bewegung ist, dreht er sich noch einige Zeit praktisch ganz von alleine weiter. Es ist auch schwer, ihn jetzt anzuhalten. Mit der Zeit wird der Fels aber wegen der Luft- und Lagerreibung zunehmend abgebremst und steht dann irgendwann wieder still.



Was ist daran besonders?

Auch die tonnenschweren Rotorblätter von Windkraftanlagen sind so auf Kugellagern befestigt, dass ein Windstoss sie anschieben kann und sie sich danach lange weiterdrehen. Rotierende Himmelskörper wie unsere Erde und alle anderen Planeten begannen sich schon bei ihrer Entstehung zu drehen. Ihre grosse Masse und Trägheit halten die Rotation über viele Milliarden Jahre aufrecht.

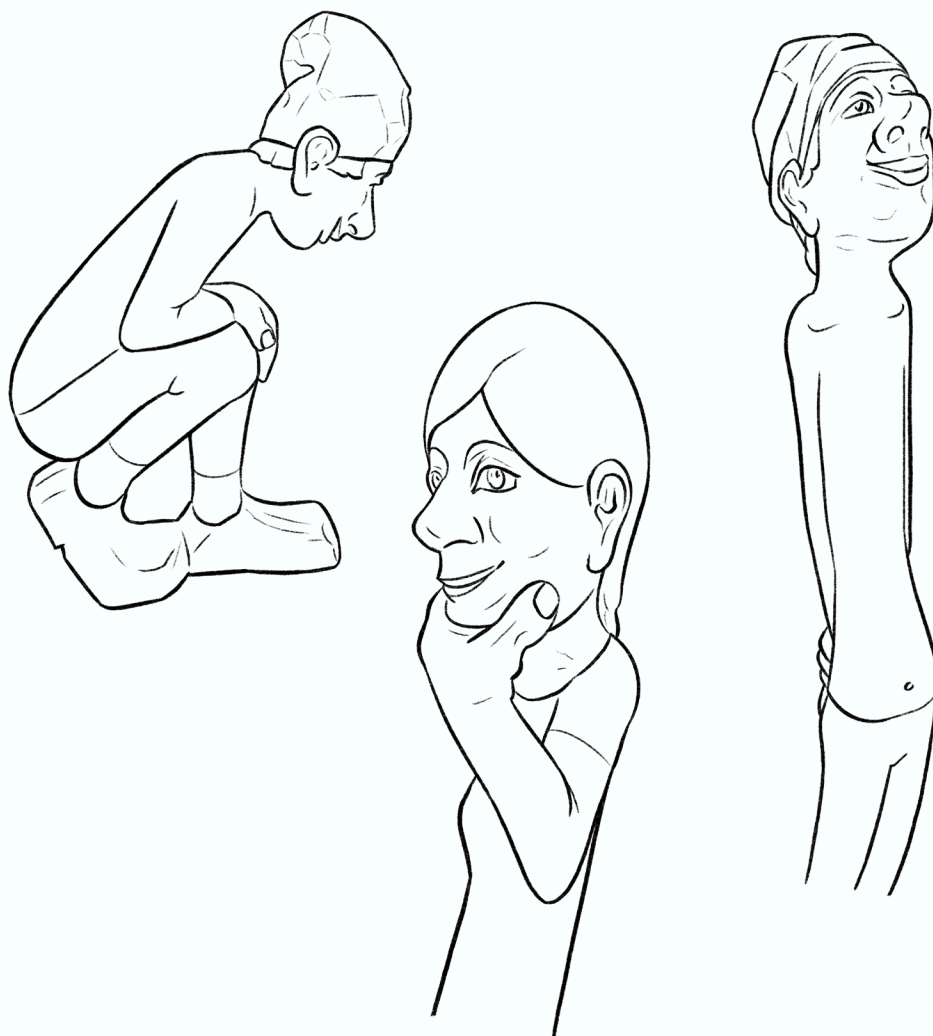
Idee und Realisation: Zachary Coffin, San Francisco Bay Area/USA.

Wir danken der Gebauer Stiftung herzlich für die grosszügige Spende zur Realisierung des Rock Spinner.



Rote Entdecker

by Peter Bissig





Was tun und beobachten?

Hallo! Wir sind die fünf Beobachtenden, die verteilt Draussen stehen. Unsere Blicke richten wir auf das, was leicht übersehen wird oder einfach nur interessant ist.



Was passiert da?

Die fünf «Beobachtenden» entstammen einer Serie von Holzfiguren des Schweizer Künstlers Peter Bissig. Der Zweck der Lärchenholz-Figuren: Sie sollen deine Aufmerksamkeit auf etwas lenken, beispielsweise auf einen bestimmten Punkt, ein besonderes Objekt oder in eine gewisse Richtung. Sie sollen dich zum genauen Beobachten und Staunen anregen. Denn die Natur ist voller einzigartiger Phänomene! In unserem Park gibt es ausser den Exponaten und durch die Wechselwirkung der Natur mit den Exponaten viele beobachtenswerte Phänomene.



Was ist daran besonders?

Es lohnt sich immer, aufmerksam, mit offenen Sinnen und wachem Geist durch die Welt zu gehen. So können wir auch jene Dinge um uns herum entdecken und wahrnehmen, die auf den ersten Blick unscheinbar oder nur im Verborgenen wirken – von Formen und Farben, über Düfte und Phänomene, bis hin zu Tönen und Klängen.

Idee und Realisation: Peter Bissig, Isenthal/CHE

Längengradkorrektur und Zeitausgleich

Sonnenuhren zeigen die wahre Ortszeit (WOZ) an, die sich je nach Standort (und zwar nach Längengrad) unterscheidet. Um die Uhrzeit, die auf einer normalen Uhr abgelesen wird, also die sogenannte Mitteleuropäische Zeit (MEZ), zu lesen, müssen wir drei Dinge berücksichtigen: die Längengradkorrektur, den datumsabhängigen Zeitausgleich und die Sommerzeit. Die Längengradkorrektur rechnet den geografischen Standort der Sonnenuhr ein (berücksichtigt also die Wahre Ortszeit), während der Zeitausgleich die periodischen Änderungen im Umlauf der Erde um die Sonne berücksichtigt. Ausserdem muss in der Sommerzeit noch eine Stunde hinzugezählt werden.

Längengradkorrektur

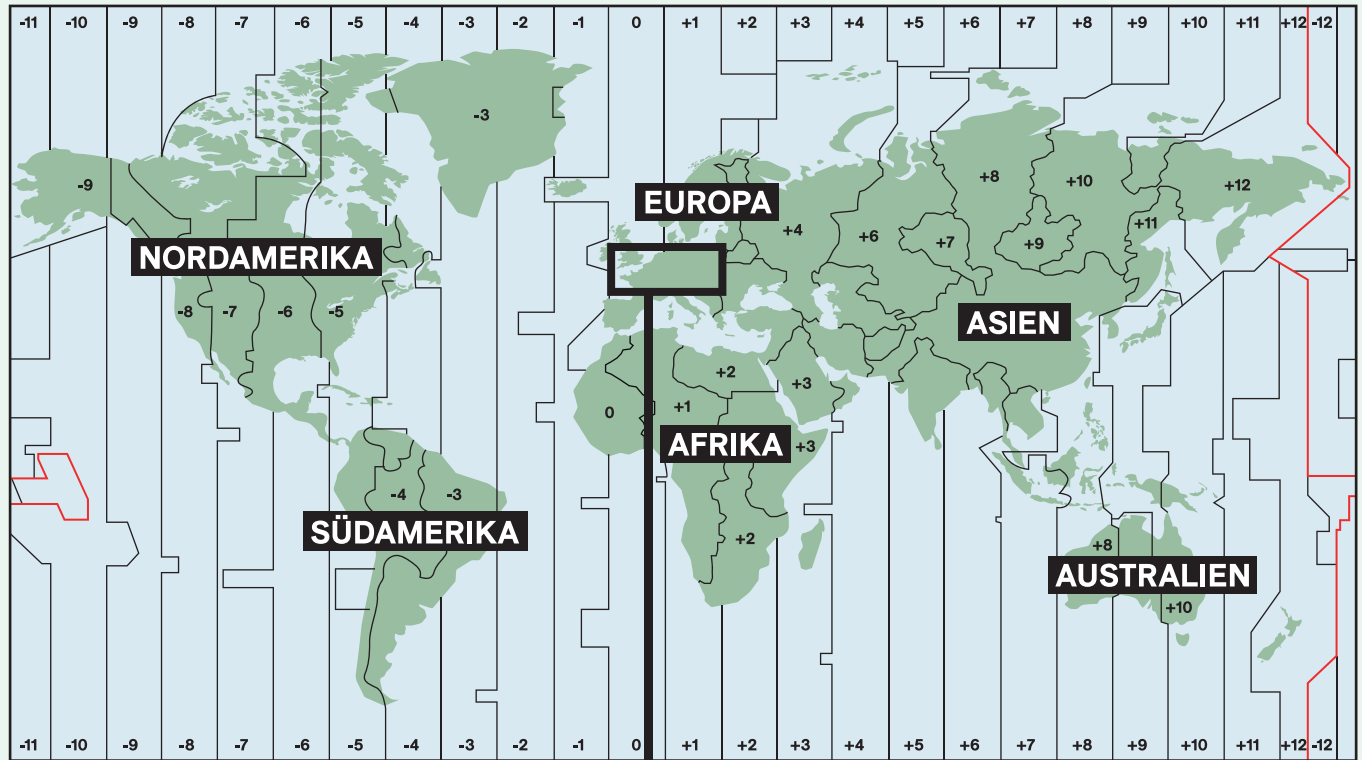
Da die Sonne kontinuierlich von Ost nach West wandert, unterscheiden sich die Sonnenuhr-Zeiten von Ort zu Ort.

Die Mitteleuropäische Zeit (MEZ), die auf unserer Uhr abgelesen wird, entspricht der Wahren Ortszeit (WOZ) der deutschen Stadt

Görlitz (Bezugslängenmeridian unserer Zeitzone). Diesen standortabhängigen Zeitunterschied können wir berechnen und als sogenannte Längengradkorrektur zur Wahren Ortszeit dazurechnen:

- Von der Erde aus betrachtet, durchwandert die Sonne 360 Längengrade in 24 Stunden. Das sind 15 Grad in 1 Stunde und 1 Grad in 4 Minuten.
- Der Meridian bei Görlitz verläuft auf 15 Grad östlicher Länge, der Meridian bei Winterthur verläuft auf 8.72 Grad östlicher Länge. Die Längengraddifferenz zu Görlitz beträgt somit $15 \text{ Grad} - 8.72 \text{ Grad} = 6.28 \text{ Grad}$.
- Rechnen wir 6.28-mal die 4 Minuten, welche die Sonne pro Grad benötigt, erhalten wir 25 Minuten. Diese müssen wir zur Winterthurer Sonnenuhrzeit stets dazu addieren, um die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) zu erhalten.

Längengradkorrektur

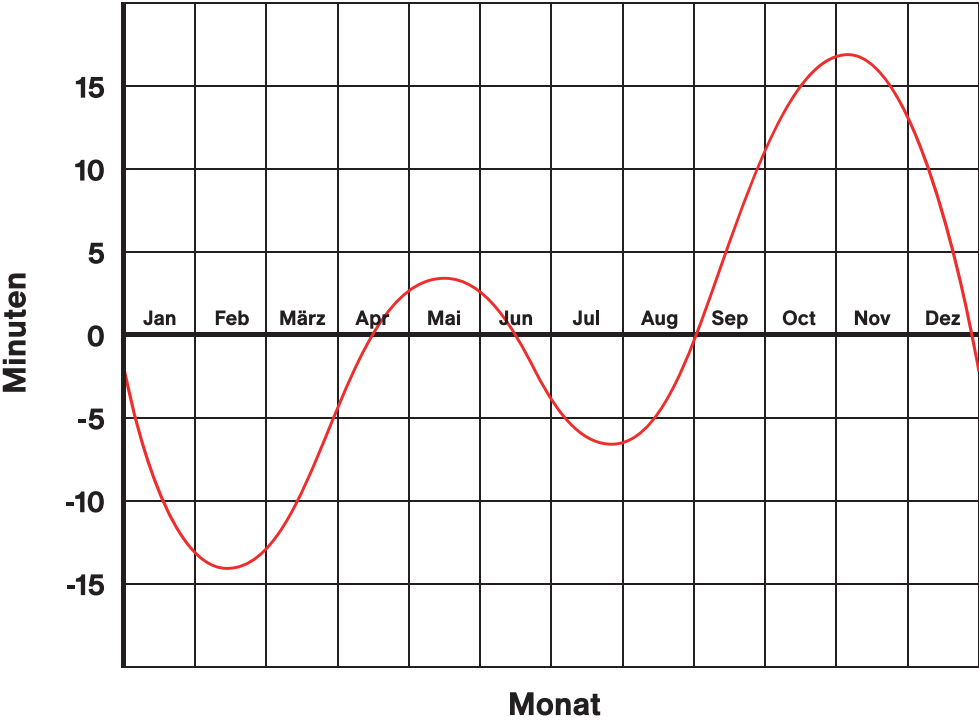


Greenwich: 0 Grad

Winterthur: 8.72 Grad

Görlitz: 15 Grad

Zeitausgleich



Zeitausgleich

Sonnenuhren weisen gegenüber der Normalzeit periodische Zeitabweichungen auf und gehen während eines Jahres vor oder nach. Das liegt an der elliptischen Bahn, auf der sich die Erde um die Sonne bewegt. Ist sie der Sonne besonders nah, ist ihre Bahngeschwindigkeit schneller, als wenn sie weiter von der Sonne entfernt ist. Ausserdem strahlt die Sonne im Jahreslauf auch in unterschiedlichen Winkeln auf die Erde, bedingt durch die um $23,5^\circ$ geneigte Erdachse. Beide Faktoren machen am Tag maximal 15 Minuten aus und werden mithilfe des Zeitausgleichs (Zeitgleichung) korrigiert.

Wenn wir also an einer Sonnenuhr die Wahre Ortszeit (WOZ) ablesen, müssen wir neben der Längengradkorrektur auch stets den datumsabhängigen Zeitausgleich dazu addieren oder subtrahieren, um die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) zu erhalten.

Die Sonnenuhr im Technorama

Manche der Sonnenuhren im Technorama-Park sind zeitkorrigiert gebaut. Sie berücksichtigen damit bereits beispielsweise die Längengradkorrektur oder die Sommerzeit.

- Die «Ziffern-Sonnenuhr» und die «Spinnen-Sonnenuhr» sind längengrad- und sommerzeitkorrigiert. Beim Ablesen muss nur noch der jeweilige Zeitausgleich addiert oder subtrahiert werden.
- Die «Hirten-Sonnenuhr» und die «Mensch als Zeiger-Sonnenuhr» zeigen hingegen die Wahre Ortszeit (WOZ) an. Zur abgelesenen Zeit muss man die Längengradkorrektur dazuzählen sowie den Zeitausgleich addieren oder subtrahieren. In der Sommerzeit zwischen Ende März und Ende Oktober kommt zusätzlich noch 1 Stunde dazu.

