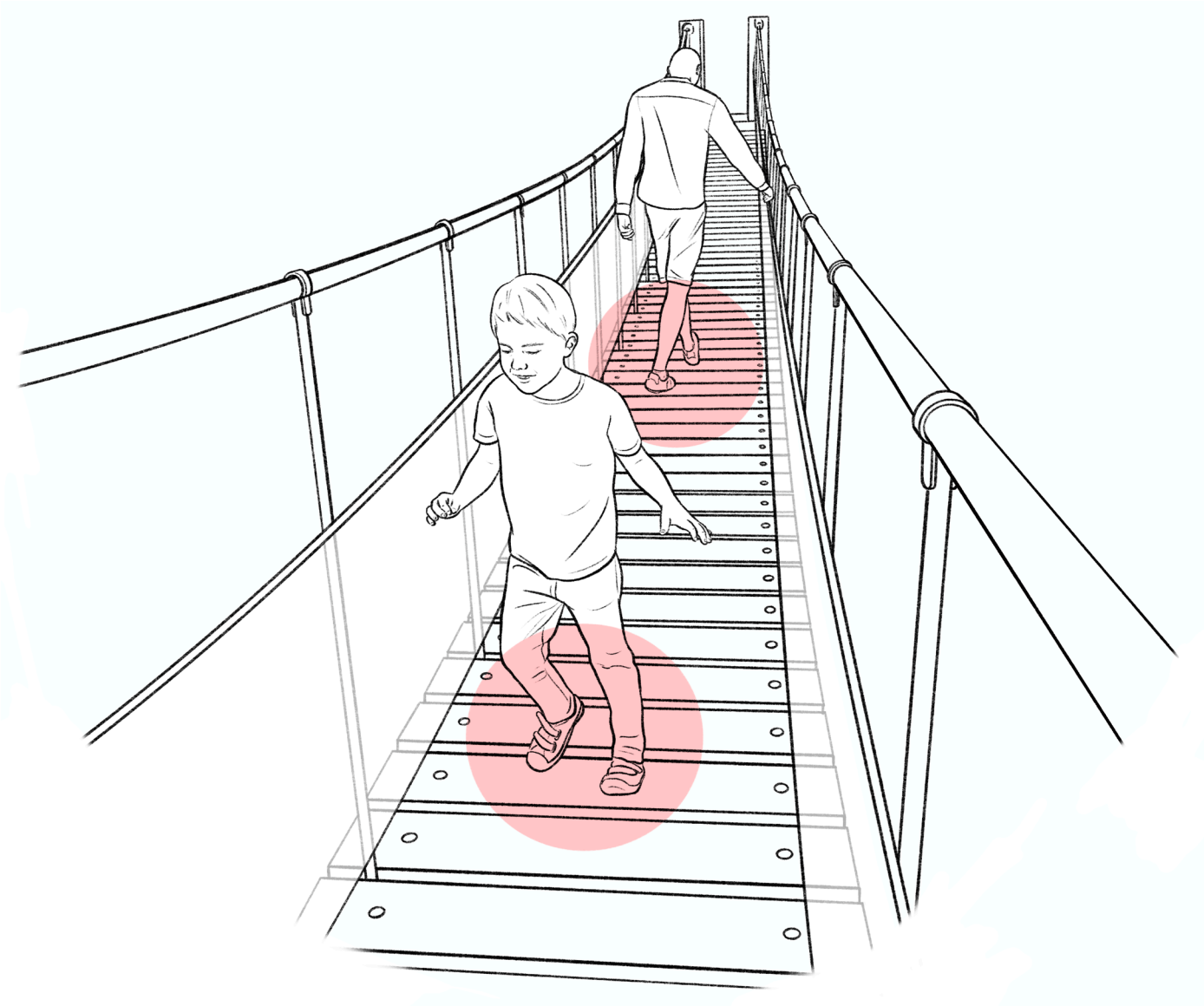
Hängebrücke



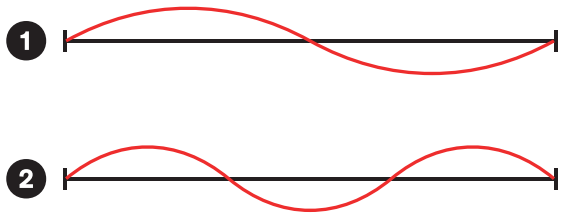
Was tun und beobachten?

Laufe allein oder zur zweit im Gleichschritt über die Hängebrücke. Wie verhält sich die Brücke? Stehe in die Mitte der Brücke und versucht, 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.

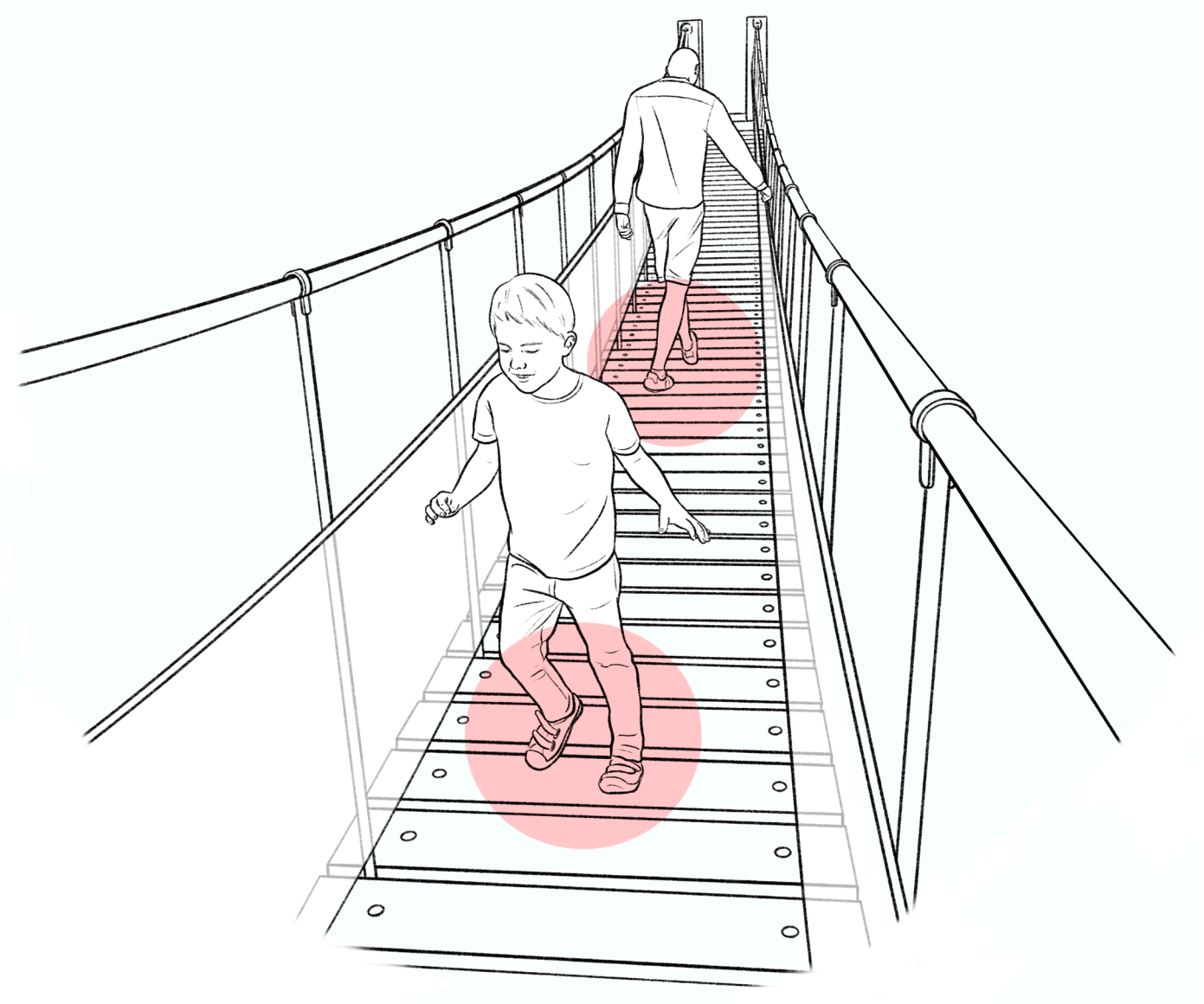
Was ist daran besonders?



Die Brücke ist 17,44 Meter lang und hat Resonanzfrequenzen von: ❶ 1,66 Hz und ❷ 2,44 Hz. Die ❶ entspricht der Schrittfrequenz beim gemütlichen Gehen, die ❷ 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

Suspension Bridge



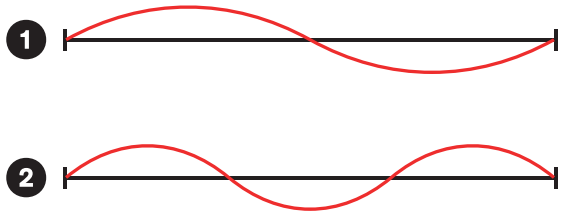
What to do and observe?

Run alone or with a partner in step across the suspension bridge. How does the bridge behave? Try to get the bridge section in the middle to vibrate at a different frequency.

What's happening here?

Here you can experience the resonance frequency of the bridge. The resonant frequency is the natural frequency at which the structure vibrates most easily. When you walk over the suspension bridge, it vibrates. The bridge reacts to the movements of the people and shows characteristic vibration patterns: Depending on the movement of the people on the bridge, these vibrations can be amplified or dampened. If you move on the bridge at its resonant frequency, the vibrations can become very intense and thus create so-called standing waves. Two special vibration patterns can be recognized on this bridge: you can trigger one vibration when running and the other when you rock back and forth in the middle of the bridge. Do you notice that there are points on the bridge where it moves a lot and others where it almost stands still? These two vibration patterns correspond to the so-called first and second harmonics (fundamental frequencies) of the bridge.

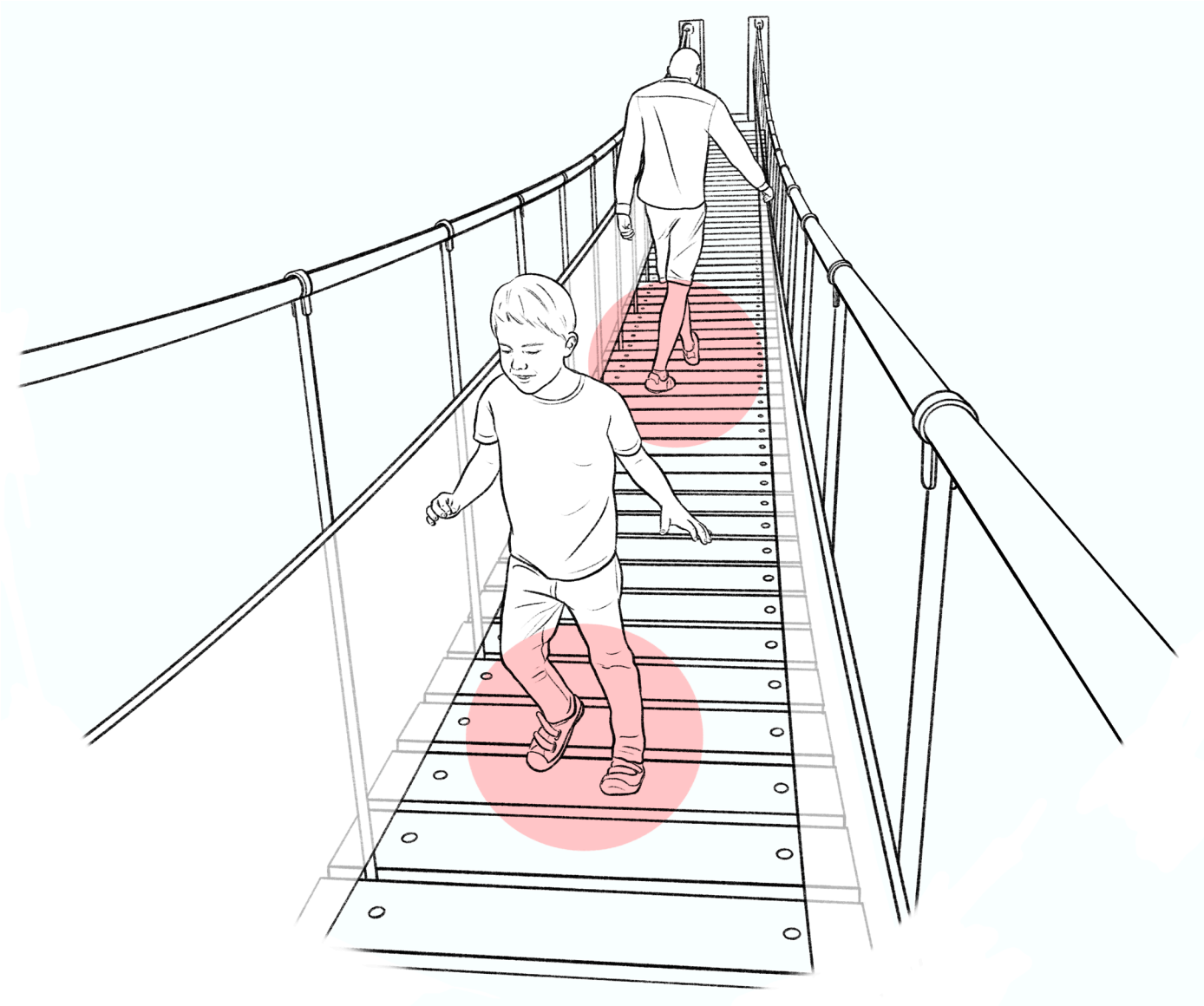
What's special about it?



The bridge is 17.44 meters long and has resonance frequencies of: ❶ 1.66 Hz and ❷ 2.44 Hz. The ❶ frequency corresponds to the step frequency of unhurried walking; the ❷ corresponds to the step frequency when running quickly. The bridge is built in such a way that it can be vibrated up to an acceleration of 4g without damaging the structure. When designing and building bridges and other structures, it is important to consider the resonance frequency to ensure the stability and safety of the bridge, otherwise it may lead to excessive movement or even failure of the structure. There have been bridges that when caused even by a steady wind, they vibrated so much that they were destroyed, such as the Tacoma Narrows Bridge, USA, in 1940.

Idea: Swiss Science Center Technorama
Planning: Conzett Bronzini Partner AG
Realization: CRESTAGEO AG

Pont suspendu



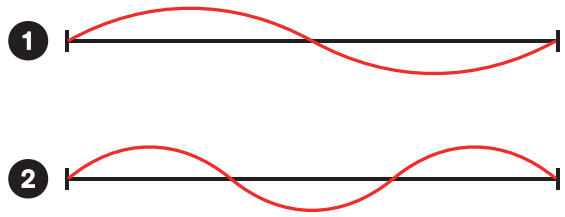
A faire et observer

Traversez le pont suspendu seul ou à deux au même pas. Comment se comporte le pont ? Essayez de faire osciller le pont sur une autre fréquence en vous plaçant au milieu.

Que se passe-t-il ici ?

On peut ici expérimenter la fréquence de résonance du pont : c'est la fréquence naturelle à laquelle le pont oscille le plus facilement. Lorsqu'on traverse le pont suspendu en marchant, il se met à vibrer. Le pont réagit aux mouvements des personnes selon des schémas d'oscillation caractéristiques : selon les mouvements des personnes sur le pont, ces oscillations peuvent être renforcées ou atténuées. Lorsqu'on se déplace sur le pont selon sa fréquence de résonance, les oscillations peuvent devenir très intenses et même produire des ondes stationnaires. Ce pont présente deux schémas oscillatoires particuliers : une oscillation que vous pouvez déclencher en marchant, et l'autre lorsque vous vous balancez au milieu du pont. Pouvez-vous voir qu'il y a des points du pont où il bouge très fortement et d'autres où il reste pratiquement immobile ? Ces deux schémas d'oscillation correspondent aux premières et deuxièmes harmoniques (fréquences fondamentales) du pont.

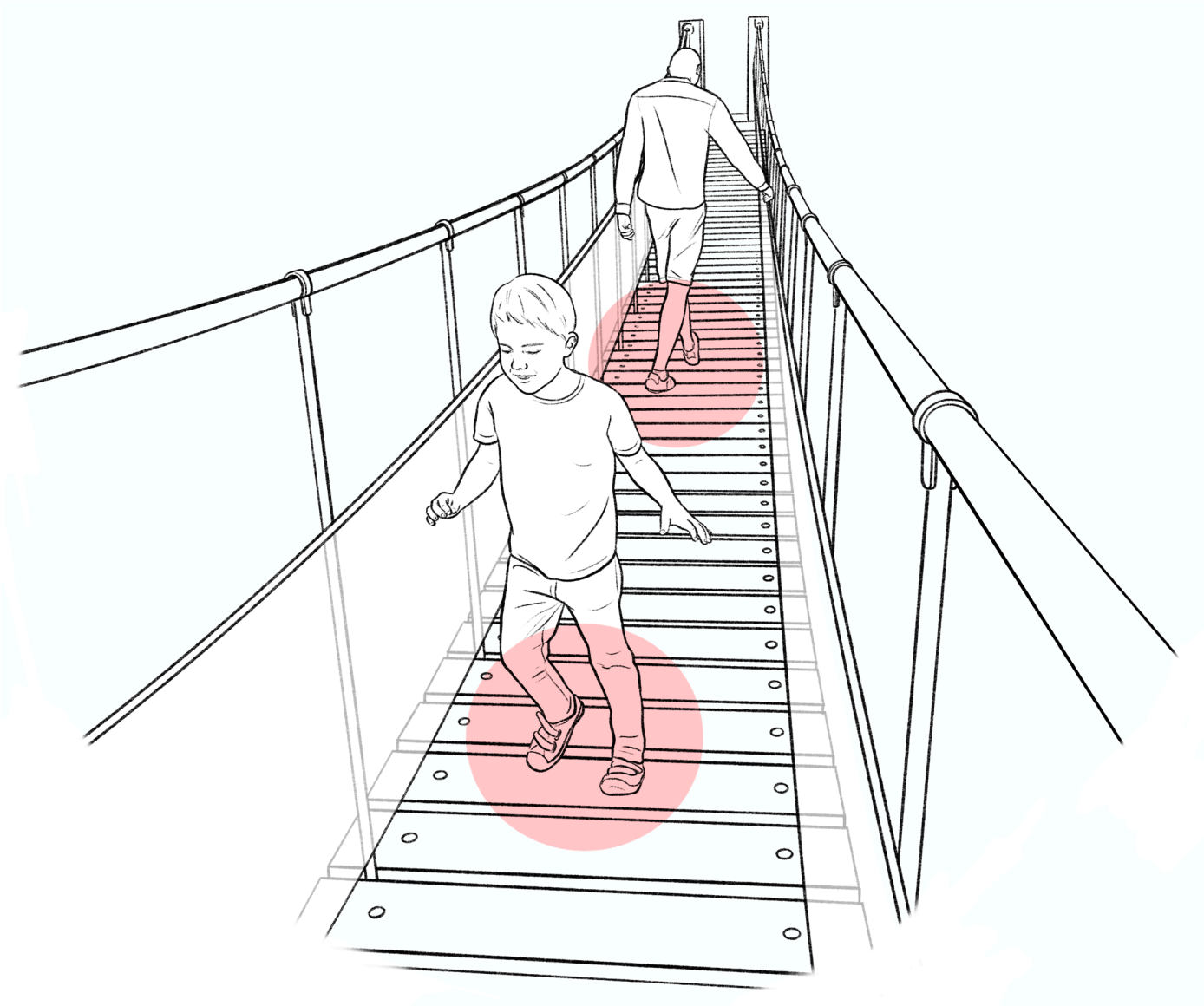
Que noter de particulier ?



Le pont mesure 17,44 mètres de longueur et ses fréquences de résonance sont ❶ : 1,66 Hz et ❷ : 2,44 Hz. La première correspond à la fréquence des pas lorsqu'on marche tranquillement, la deuxième quand on court vite. Le pont est construit de telle sorte qu'il puisse être mis en oscillation jusqu'à 4g sans dommage pour sa structure. Lors de la planification et de la construction des ponts et autres structures, il est important de tenir compte de la fréquence de résonance, pour garantir la stabilité et la sécurité du pont, car il y a un risque de mouvements exagérés qui peuvent endommager la structure. Il y a déjà eu des ponts qui ont été mis en oscillation par un vent régulier jusqu'à leur destruction, comme ce fut le cas du pont de Tacoma en 1940.

Idée: Swiss Science Center Technorama
Conception: Conzett Bronzini Partner AG
Réalisation: CRESTAGEO AG

Ponte sospeso



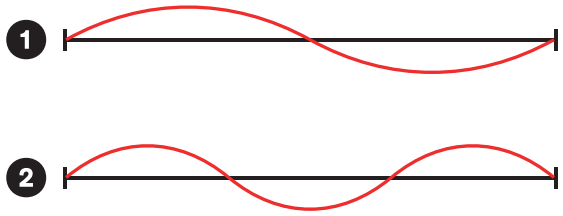
Che cosa fare, cosa osservare?

Percorri il ponte da solo o in due marciando all'unisono. Come si comporta il ponte? Una volta al centro, prova a dare un'altra frequenza di oscillazione al ponte.

Che cosa succede qui?

Qui si può fare esperienza della frequenza di risonanza del ponte. La frequenza di risonanza è la frequenza naturale con cui la struttura oscilla più facilmente. Quando si percorre il ponte sospeso, esso viene messo in risonanza. Il ponte reagisce ai movimenti delle persone e mostra modelli di oscillazione caratteristici: A seconda del movimento delle persone sul ponte, queste oscillazioni possono venire amplificate o smorzate. Quando ci si muove sul ponte secondo la sua frequenza di risonanza le oscillazioni possono diventare molto intense e produrre in tal modo le cosddette onde stazionarie. In questo ponte si riconoscono due particolari modelli di oscillazione: un'oscillazione puoi provocarla camminando e l'altra stando al centro del ponte e dondolandoti su e giù. Noti che lungo il ponte ci sono dei puntii in corrispondenza dei quali esso si muove molto forte e altri presso cui rimane quasi fermo? Questi due modelli di oscillazione corrispondono alla cosiddetta prima e seconda frequenza superiore (frequenze fondamentali) del ponte.

Che cosa c'è di speciale?



Il ponte è lungo 17,44 metri e ha frequenze di risonanza di ❶ 1,66 Hz e ❷ 2,44 Hz. La ❶ corrisponde alla frequenza del passo di una camminata tranquilla, la ❷ alla frequenza del passo di una camminata svelta. Il ponte è costruito in maniera tale da potere essere fatto oscillare verso l'alto con un'accelerazione massima di 4g senza subire danni alla costruzione. Nella progettazione e costruzione di ponti e di altre strutture è importante tenere conto della frequenza di risonanza per assicurare la stabilità e la sicurezza del ponte. Vi sono già stati ponti che si sono messi a oscillare per effetto di un vento anche uniforme, fino a esserne distrutti, come è successo, per esempio, al ponte di Tacoma nel 1940.

Idea: Swiss Science Center Technorama
Progettazione: Conzett Bronzini Partner AG
Realizzazione: CRESTAGEO AG