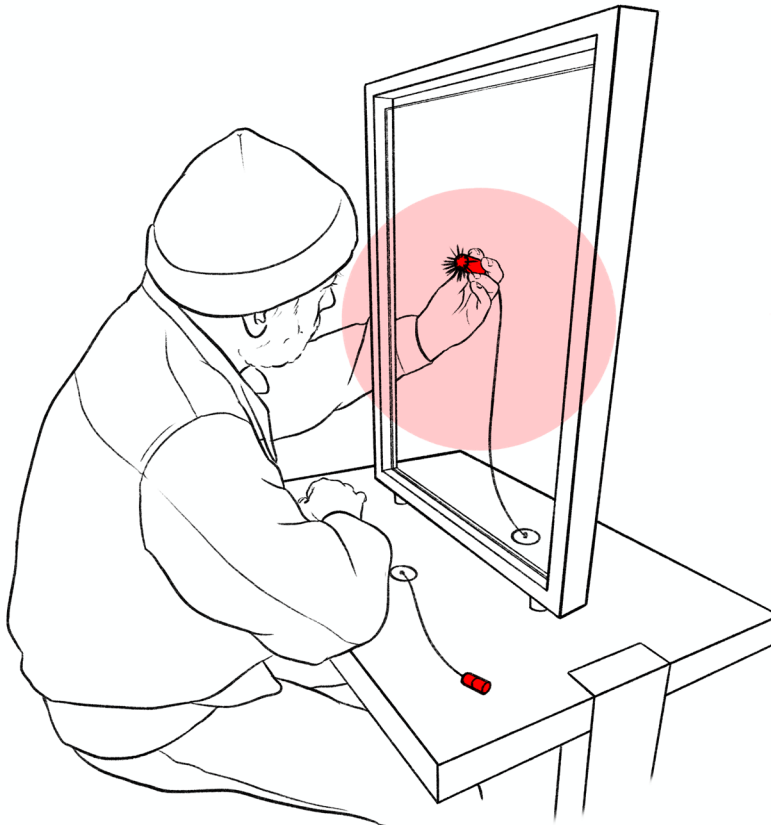




Ferrofluid-Aquarium



- Zieh mit dem Magnet etwas schwarze Flüssigkeit vom Boden hoch. Lass sie wieder fallen.
- Wie sieht die Flüssigkeit aus, wenn du von vorne auf das Glas blickst, den Magnet aber von hinten ans Glas hältst?





Was tun und beobachten?

Die schwarze Flüssigkeit ist ein sogenanntes Ferrofluid. Mit dem Magnet kannst du es anziehen und im Aquarium bewegen. Siehst du die Stacheln, die das Ferrofluid bildet, wenn es am Magnet klebt? Wie verhalten sich die Stacheln, wenn du den Magnet bewegst?



Was passiert da?

Das **Ferrofluid** besteht aus einer Mischung aus Öl und feinsten **Eisenteilchen**. Hältst du den Magnet in die Nähe des Ferrofluids, werden die Eisenteilchen **magnetisiert**. Sie werden so selber zu winzigen Magneten, mit jeweils einem Nordpol und einem Südpol. Die Nord- und Südpole dieser Magnete ziehen sich gegenseitig an. Darum bilden die Eisenteilchen **Ketten**, die wie Stacheln vom Magnet abstehen. Die Stacheln können nicht beliebig fein werden, weil die **Oberflächen-spannung** des Öls die Flüssigkeit zusammenzieht. So entstehen die «**geglätteten**» **Stacheln**, wie du sie von vorne siehst, wenn du das Ferrofluid von hinten hochziehst.



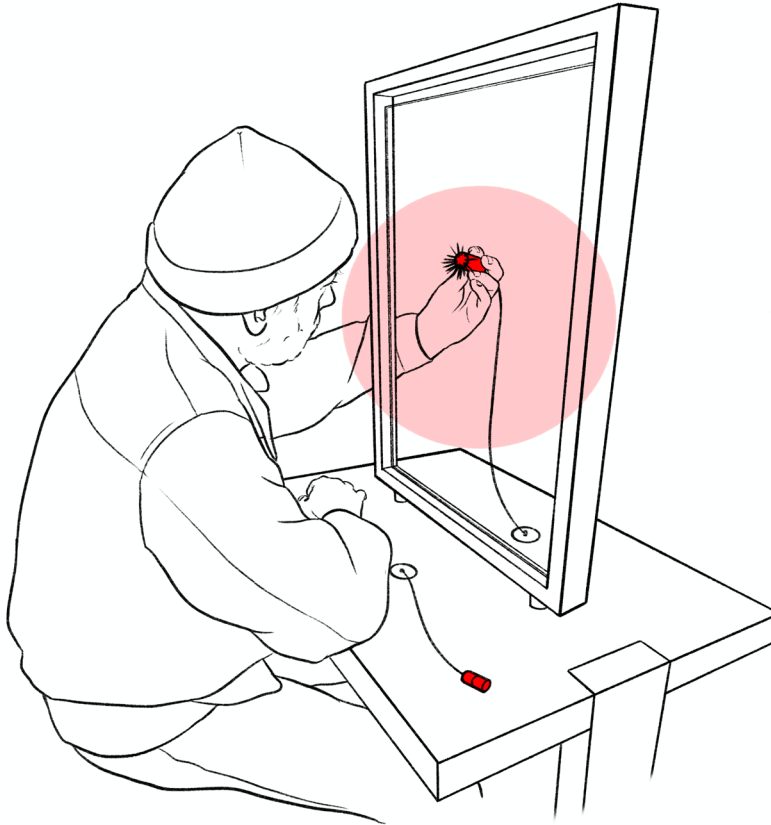
Was ist daran besonders?

Ferrofluide wurden von der NASA erfunden, gedacht als neuartige Raketentreibstoffe. Dies, weil die üblichen Treibstoffe – in der Schwerelosigkeit des Alls – unkontrollierbar in alle Richtungen fließen. Gesucht war deshalb eine Flüssigkeit, deren Verhalten sich steuern lässt. Ferrofluid hat diese Eigenschaft: Es lässt sich mit Magneten steuern. Für Raketen hat sich diese Technik trotzdem nicht durchgesetzt. Aber sie ist in unserem Alltag angekommen: Laptop-Lautsprecher etwa enthalten Ferrofluide. Sie dämpfen Bewegungen und sie führen Wärme ab, damit der Lautsprecher nicht überhitzt.

Idee und Realisation: Swiss Science Center Technorama



Ferrofluid water tank



- Lift some black liquid from the bottom using the magnet. Let it drop.
- What does the liquid look like when you look at the glass from the front while holding the magnet on the glass at the back?





What to do and observe

The black liquid is called a ferrofluid. Use the magnet to draw it up and move it around the water tank. Can you see the spikes the ferrofluid creates when it sticks to the magnet? How do the spikes react when you move the magnet?



What's going on?

The **ferrofluid** is made of a mixture of oil and ultra-fine **iron particles**. When you hold the magnet near the ferrofluid, the iron particles are **magnetised**. They all turn into little magnets, each with their own north and south pole. The north and south poles of these magnets attract one another, and this is why the iron particles form **chains**, like the spikes sticking out from the magnet. The spikes aren't thin because the **surface tension** of the oil pulls the liquid together. This creates the **“smoothed” spikes**, as you can see when looking from the front after lifting the ferrofluid from behind.



What makes it interesting?

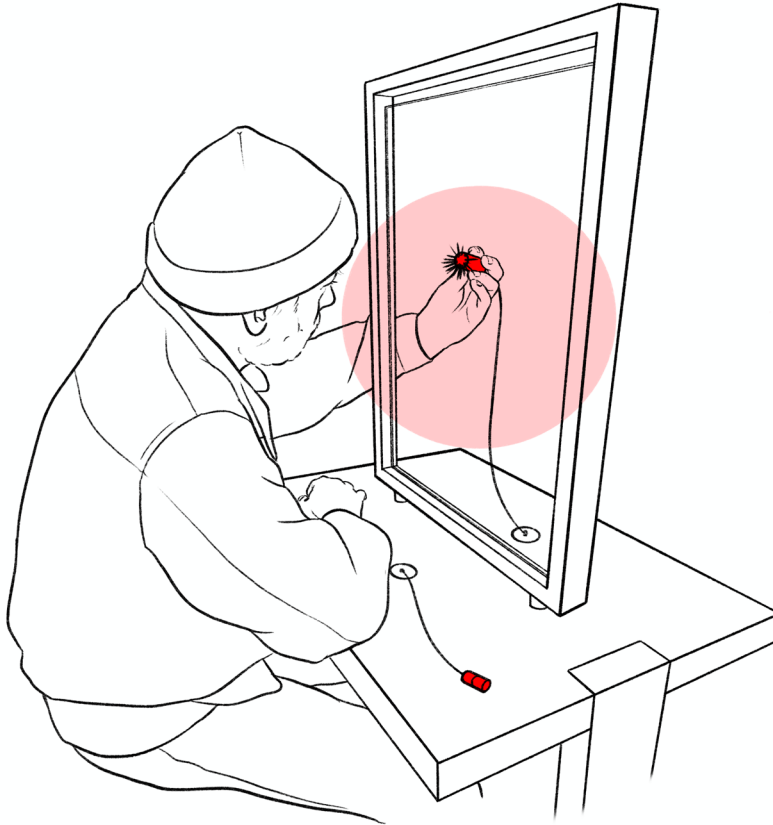
Ferrofluids were invented by NASA and were intended to be a new type of rocket fuel. Standard rocket fuels flowed in all directions and – at zero gravity in space – they could not be controlled. And so, engineers were looking for a liquid whose behaviour could be controlled. Ferrofluid has this property: it can be controlled using magnets.

However, this technology didn't get used in rockets. But it has entered our day-to-day life. For instance, laptop speakers contain ferrofluids. They soften movements and dissipate heat so that the speaker doesn't overheat.

Idea and Realization: Swiss Science Center Technorama



Aquarium à ferrofluide



- Avec l'aimant, soulève un peu du liquide noir qui se trouve au fond de «l'aquarium». Puis laisse-le retomber.
- À quoi ressemble le liquide si tu regardes la vitre de face, en tenant l'aimant derrière la vitre?





Que faire et quoi observer?

Le liquide noir est ce qu'on appelle un ferrofluide. Tu peux l'attirer et le déplacer dans l'aquarium à l'aide de l'aimant. Vois-tu les pointes que forme le ferrofluide quand il colle à l'aimant? Que font les pointes quand tu bouges l'aimant?



Comment ça marche?

Le **ferrofluide** est un mélange d'huile et de minuscules **particules de fer**. Si tu approches l'aimant, ces particules se **magnétisent** et deviennent elles-mêmes de petits aimants, chacun avec un pôle Nord et un pôle Sud. Les pôles nord et sud de ces aimants s'attirent, et les particules de fer forment alors des **chaînes** qui partent de l'aimant et ressemblent à des pointes. Ces pointes ne peuvent pas devenir infiniment fines car la **tension à la surface** de l'huile tire le liquide vers l'intérieur. C'est pour cela que tu vois apparaître des **pointes «lissées»** quand tu regardes le ferrofluide de face et que tu soulèves l'aimant de l'autre côté de la vitre.



En quoi est-ce intéressant?

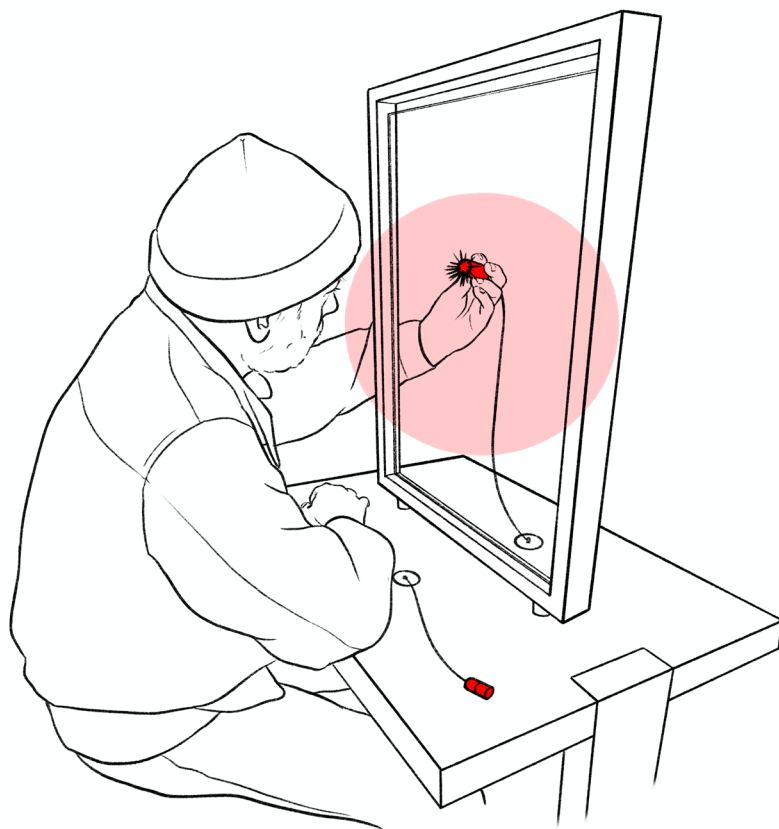
Les ferrofluides ont été inventés par la NASA et étaient initialement destinés à servir de nouveau carburant pour les fusées. En effet, dans l'espace (en apesanteur), les carburants classiques flottent et s'écoulent de façon incontrôlable dans toutes les directions. Il fallait donc trouver un liquide dont le comportement puisse être maîtrisé. Le ferrofluide possède cette propriété: il peut être contrôlé à l'aide d'aimants.

Cette technique ne s'est toutefois pas imposée pour les fusées. En revanche, elle est entrée dans notre quotidien: par exemple, les haut-parleurs des ordinateurs portables contiennent du ferrofluide. Il sert à amortir les mouvements et à dissiper la chaleur, pour éviter que les haut-parleurs ne surchauffent.

Idée et Réalisation: Swiss Science Center Technorama



Acquario di ferrofluidi



- Usa il magnete per trascinare dal fondo un po' di liquido nero, poi lascialo ricadere.
- Che aspetto ha il liquido se osservato di fronte a te, tenendo però il magnete sulla parte posteriore del vetro?





Cosa fare e osservare

Il liquido nero è un cosiddetto ferrofluido. Puoi attrarlo e spostarlo nell'acquario con il magnete. Vedi gli aculei che forma il ferrofluido quando si attacca al magnete? Come si comportano gli aculei quando muovi il magnete?



Cosa succede?

Il **ferrofluido** è costituito da una miscela di olio e minuscole **particelle di ferro**. Quando avvicini il magnete al ferrofluido, le particelle di ferro si **magnetizzano**, diventando a loro volta minuscoli magneti, ciascuno con un polo nord e un polo sud. I poli nord e sud di questi magneti si attraggono. Le particelle di ferro formano quindi **catene** che sporgono dal magnete come aculei. Gli aculei non possono diventare infinitamente sottili, perché la **tensione superficiale** dell'olio fa addensare il liquido. In questo modo si creano gli **aculei «lisci»** che vedi di fronte a te quando trascini il ferrofluido da ditro.



Perché è interessante?

I ferrofluidi sono stati inventati dalla NASA come sostituto dei tradizionali propellenti per razzi. Questo perché i normali propellenti, data l'assenza di gravità nello spazio, fluiscono in modo incontrollato in tutte le direzioni. Si cercava quindi un liquido con un comportamento controllabile. Il ferrofluido possiede questa proprietà: può essere controllato con i magneti.

Anche se questa tecnologia non ha preso piede con i razzi, è entrata comunque a far parte della nostra vita quotidiana: ad esempio, gli altoparlanti dei computer portatili contengono ferrofluidi. Questi attutiscono i movimenti e dissipano il calore, in modo che l'altoparlante non si surriscaldi.

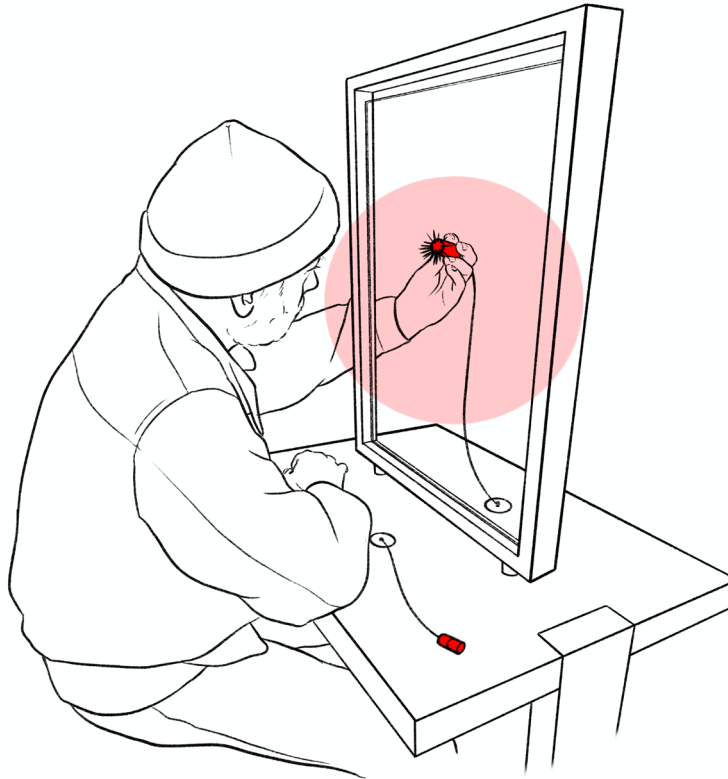
Idea e Realizzazione: Swiss Science Center Technorama



Ferro-fluid-Aquarium



Leichte Sprache



- Nimm den Magnet.
- Halte den Magneten unten an die Scheibe.
Zieh mit dem Magneten schwarze Flüssigkeit hoch.
- Nimm den Magneten weg von der Scheibe.
Die Flüssigkeit sinkt nach unten.
- Halte den Magneten von hinten an die Scheibe.
Wie sieht die Flüssigkeit aus?





Das kannst du machen:

Ziehst du die Flüssig·keit
mit dem Magnet an?
Dann siehst du kleine Stacheln.

Bewege den Magnet.
Was passiert mit den Stacheln?



Das passiert hier:

Was ist das für eine Flüssig·keit?
Die Flüssig·keit ist eine Mischung.
Feine Eisen·teilchen sind mit Öl gemischt.
Diese Mischung heisst Ferro·fluid.

Hältst du den Magnet
in die Nähe der Flüssig·keit?
Dann werden die Eisen·teilchen
magnetisiert.
Die Eisen·teilchen sind jetzt selber
kleine Magnete.

Die Eisen·teilchen haben jetzt einen
Nord·pol und einen Süd·pol.
Diese Pole ziehen sich an.
Darum gibt es Ketten.
Die Ketten stehen wie Stacheln
vom Magnet ab.



Das ist besonders:

Ferro·fluid ist in unseren
Computer-Lautsprechern.

Ferro·fluid kühlt die Laut·sprecher.
So wird der Laut·sprecher **nicht** heiss.