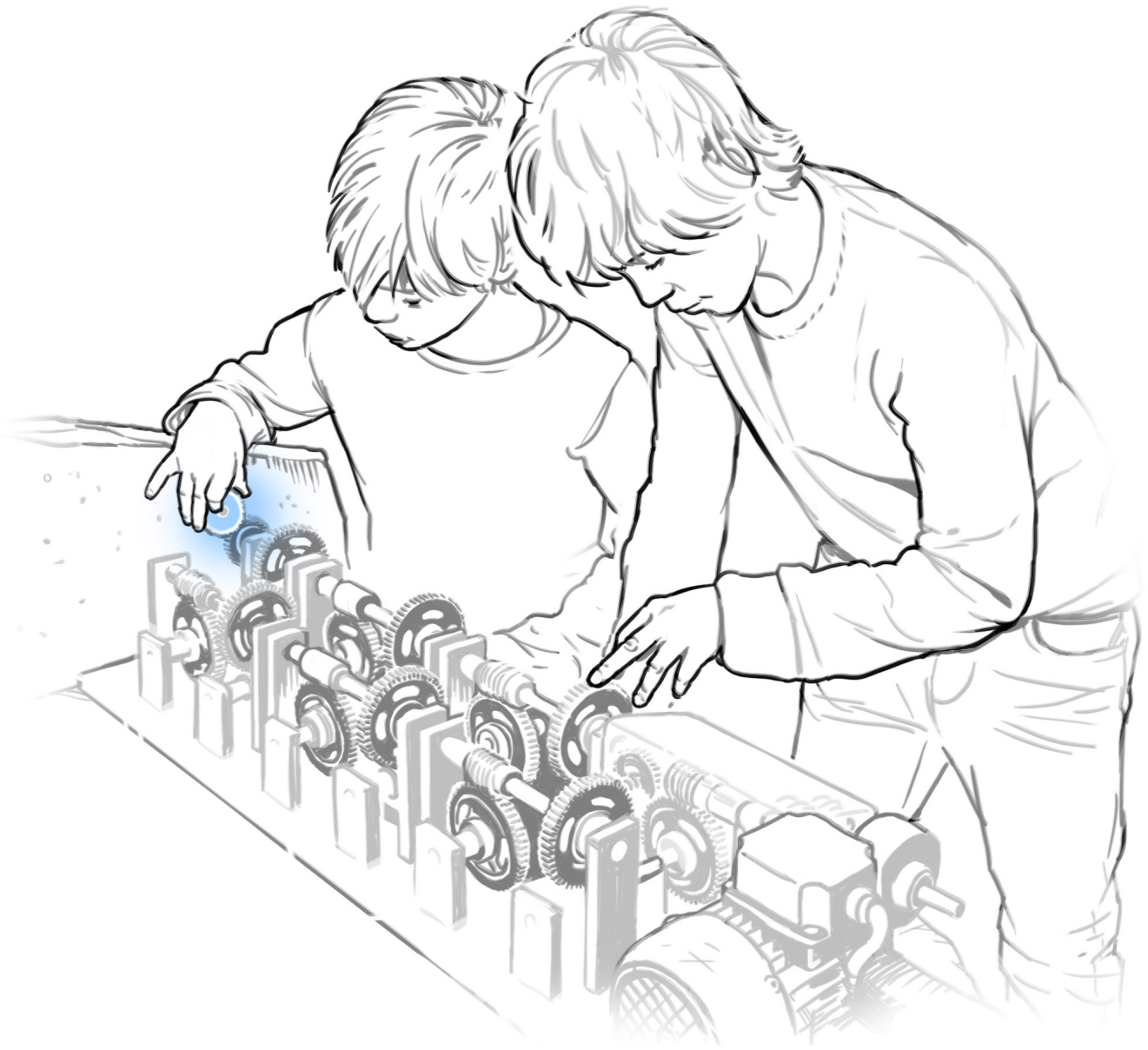
Maschine mit Granit

Reproduktion eines Werkes von Arthur Ganson

Eine “Ewigkeitsmaschine” - ein Getriebe, das auf ein nicht drehbares Zahnrad arbeitet und trotzdem nicht blockiert.



Was tun und beachten:

- *Ein beeindruckendes Beispiel mechanisch veranschaulichter Mathematik.*
- *Jedes der 12 hintereinander geschalteten Getriebe verringert die Eingangsdrehzahl um jeweils das Fünfzigfache.*
- *Bis zu welcher Getriebestufe können Sie noch eine Drehung wahrnehmen?*

Wer mehr wissen möchte:

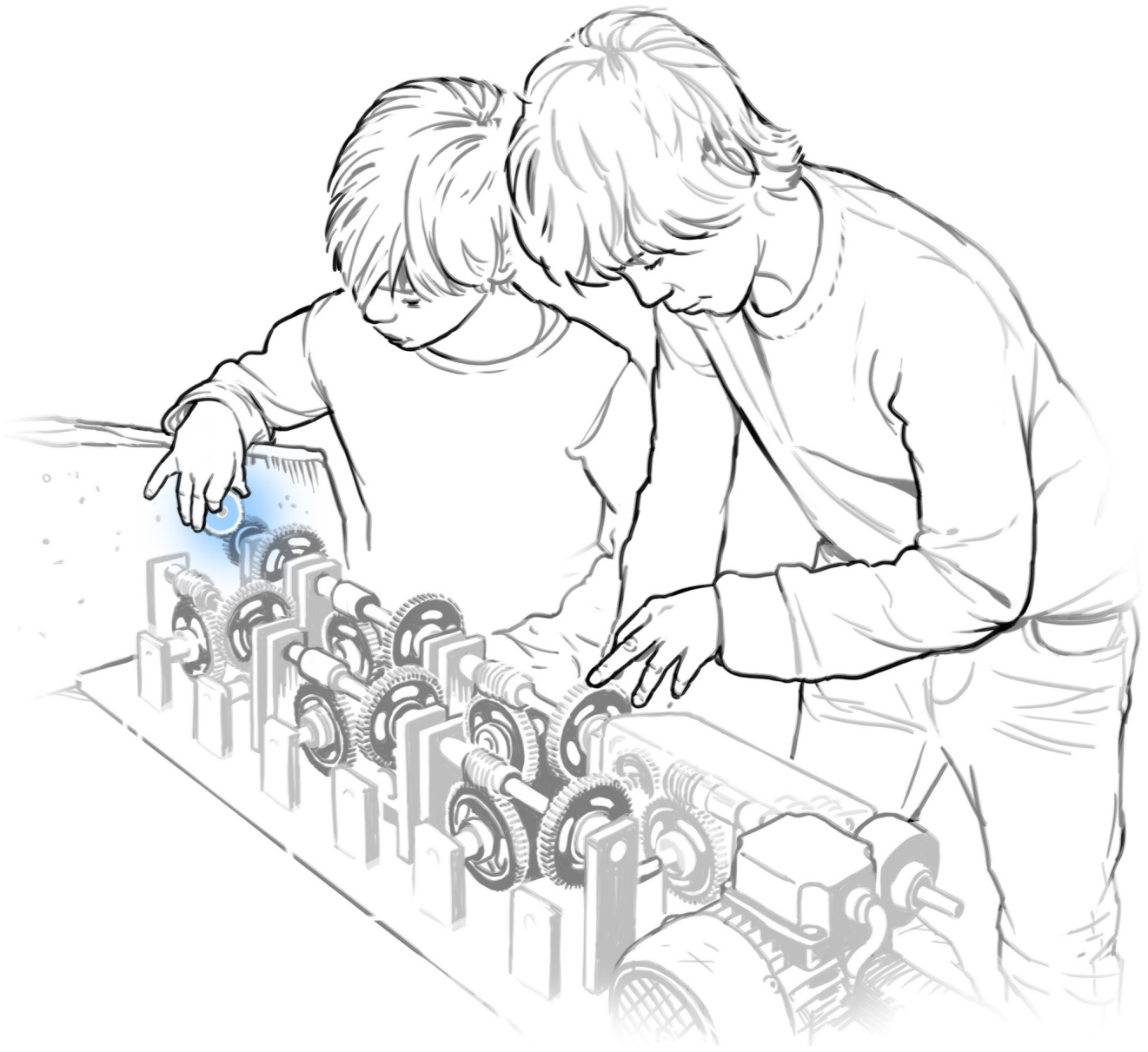
lesen Sie den Zusatztext

Wir danken der Firma Mädler-Norm-Antrieb AG, Feuerthalen, für die Gratislieferung der Schneckenräder.
Idee und Konzept: Arthur Ganson, USA / Ausführung: Technorama
“Maschine in Granit_DEFI.indd”; Nr. 10278

Maschine mit Granit

Reproduktion eines Werkes von Arthur Ganson

Eine “Ewigkeitsmaschine” - ein Getriebe, das auf ein nicht drehbares Zahnrad arbeitet und trotzdem nicht blockiert.



Was tun und beachten:

- *Ein beeindruckendes Beispiel mechanisch veranschaulichter Mathematik.*
- *Jedes der 12 hintereinander geschalteten Getriebe verringert die Eingangsdrehzahl um jeweils das Fünfzigfache.*
- *Bis zu welcher Getriebestufe können Sie noch eine Drehung wahrnehmen?*

Wer mehr wissen möchte:

Wir danken der Firma Mädler-Norm-Antrieb AG, Feuerthalen, für die Gratislieferung der Schneckenräder.
Idee und Konzept: Arthur Ganson, USA / Ausführung: Technorama
“Maschine in Granit_DEFI.indd”; Nr. 10278

Maschine mit Granit

Reproduktion eines Werkes von Arthur Ganson

Wer mehr wissen möchte

Ein beeindruckendes Beispiel mechanisch veranschaulichter Mathematik. Jede der zwölf Getriebestufen verringert die Drehzahl auf jeweils einen Fünfzigstel der Eingangsdrehzahl. Aus den 200 Umdrehungen pro Minute des Elektromotors werden so nach der ersten Getriebestufe gerade noch 4 Umdrehungen pro Minute. Diese Drehzahl wird durch die nächste Stufe wiederum im Verhältnis 1:50 untersetzt - also auf 0.08 Umdrehungen pro Minute - und so weiter und so ... .

Auch hier handelt es sich wieder um eine mathematisch eigentlich einfache Exponentialfunktion - für die wir Menschen leider oft gar kein Verständnis haben.

Verdoppeln ist noch einsichtig - heraus kommt eben das Doppelte. Weiteres Verdoppeln ergibt das Vierfache, dann das Achtfache, Sechzehnfache, Zweiunddreissigfache ... - während unsere Intuition oft eher das Vierfache, Sechsfache, Achtfache, Zehnfache ... vermutet! Wir vergessen einfach, dass wir jeweils das Doppelte, Vierfache, ... der Ausgangszahl verdoppeln müssen.

Solche exponentielle Zu- bzw. Abnahmen sind häufiger als wir vermuten - Bevölkerungswachstum, Zinseszins, radioaktiver Zerfall, Stoffwechselprozesse ... immer dann, wenn mathematisch gesprochen «die Veränderung einer Grösse von der Grösse selbst abhängig ist» (man also das Doppelte verdoppelt ...) handelt es sich um exponentielle Prozesse.

Nahezu unglaublich kommt es einem aber spätestens dann vor, wenn die Zahlen astronomische Grössenordnungen erreichen: Bis sich das zweitletzte Rad in Bewegung setzt, wird sich das Alter des Universums gut und gerne verdreifachen...

In diesem Beispiel wachsen die Zahlen besonders schnell an, da wir eine so hohe Untersetzung (1:50) haben. Bei einer Untersetzung von 1:2 (also einer Verdoppelung der Zeit für eine Umdrehung) bräuchte man nicht zwölf, sondern 68 Getriebestufen!

1. Zahnrad: 15 Sek.
2. Zahnrad: 12.5 Min.
3. Zahnrad: 10.4 Std.
4. Zahnrad: 21.7 Tage
5. Zahnrad: 2.97 Jahre
6. Zahnrad: 148.5 Jahre
7. Zahnrad: 7427 Jahre
8. Zahnrad: 371‘000 Jahre
9. Zahnrad: 18.5 Millionen Jahre
10. Zahnrad: 928 Millionen Jahre
11. Zahnrad: 46.4 Milliarden Jahre
12. Zahnrad: 2.3 Billionen Jahre

Zum Vergleich: Das Weltall ist höchstens 14 Milliarden Jahre alt!

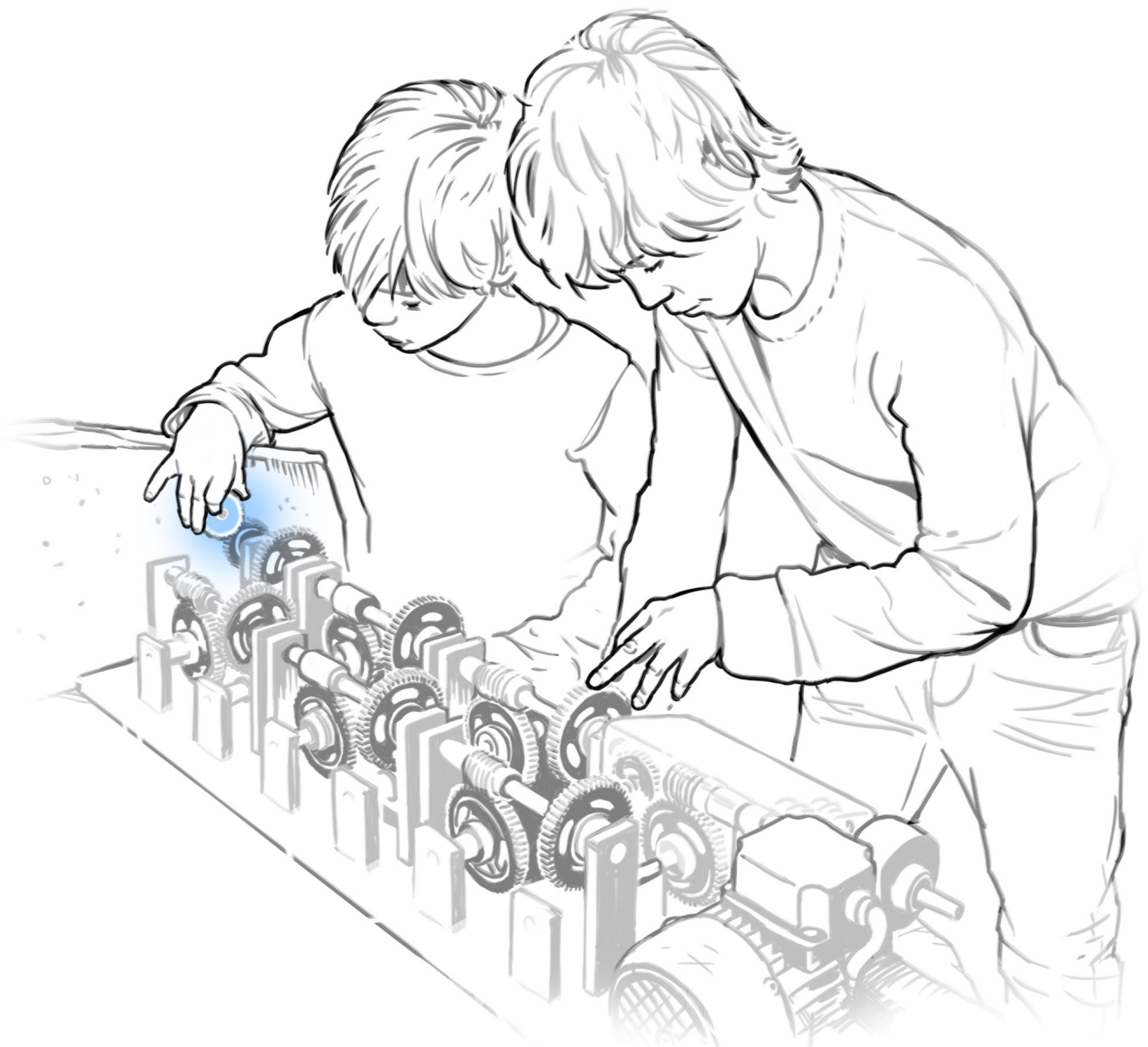
Was tun und beachten:

Wir danken der Firma Mädler-Norm-Antrieb AG, Feuerthalen, für die Gratislieferung der Schneckenräder.
Idee und Konzept: Arthur Ganson, USA / Ausführung: Technorama
“Maschine in Granit_DEFI.indd”; Nr. 10278

Machine set in Stone

Reproduction of a work by Arthur Ganson

An “Eternity Machine”, a gearbox which goes, even though its output shaft is set in concrete!



To do and notice:

- *An impressive example of mathematics illustrated mechanically.*
- *Each of the 12 worm driven cog wheels turns 50 times slower than the previous one.*
- *Which is the last one you can actually see turning?*

Want to know more?

Technorama’s thanks the Swiss firm, Maedler-Norm_Antrieb AG, Feuerthalen, for their generous gift of the worm drives
Idea and Concept: Arthur Ganson, USA / Realisation: Technorama
“Maschine in Granit_DEFI.indd”; Nr. 10278

Machine set in Stone

Reproduction of a work by Arthur Ganson

Want to know more?

An amazing demonstration of a very large number. Each of the twelve worm driven cog wheels turns fifty times slower than the previous cog wheel in the gearbox. The electric motor drives the first worm at 200 turns per minute, so the first cog (and the second worm) turn four times per minute, or one turn in 15 seconds. The next cog takes 12.5 minutes for a single turn, and so it goes, the time for one turn getting fifty times greater with each cogwheel.

Where a quantity like the time for one turn increases by a constant multiple, it approximates to an exponential function in mathematics, which we often do not easily appreciate.

In an easy case to visualise, with 2 as the multiplier, the sequence of numbers would increase by a factor of 2, 4, 8, 16, 32, 64, …, while our intuition might think of the more modest sequence: 2, 4, 6, 8, 10, …, adding rather than multiplying.

Exponential growth (and decay) occur in many situat-ions: population growth, compound interest, radioactive decay, metabolic processes …., wherever, mathematically expressed, the rate of change is proportional to the size of the variable. (twice as big, the thing grows at twice the rate, etc).

In the case of this gearbox, the times required for one turn of a cogwheel increase at an astronomical rate – for the next to last cogwheel, the age of the universe will have increased by a factor of three…..

If the factor had been just 2 and not 50 (you couldn't use worm drives in that case, only cogs with teeth in ratio 2:1) you would have to have 68 stages in the gearbox instead of 12. (2^{68} is approximately the same as 50^{12})!

1. Cogwheel: 15 sec.
2. Cogwheel: 12.5 min.
3. Cogwheel: 10.4 hr.
4. Cogwheel: 21.7 days
5. Cogwheel: 2.97 years
6. Cogwheel: 148.5 years
7. Cogwheel: 7427 years
8. Cogwheel: 371'000 years
9. Cogwheel: 18.5 million years
10. Cogwheel: 928 million years
11. Cogwheel: 46.4 billion years
12. Cogwheel: 2.3 million million years

In comparison, the universe is about 14 billion years old!

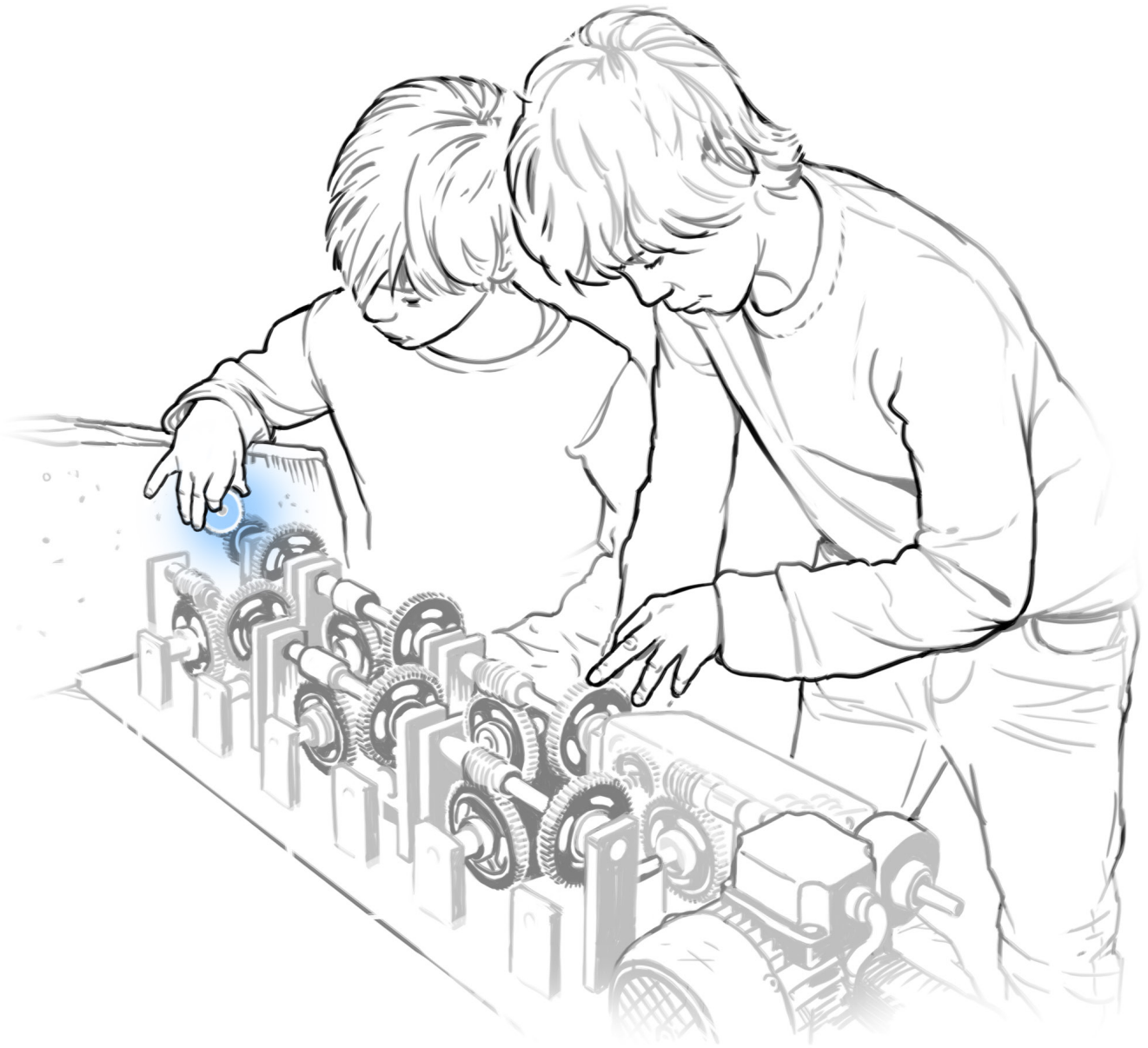
To do and notice:

Technorama's thanks the Swiss firm, Maedler-Norm_Antrieb AG, Feuerthalen, for their generous gift of the worm drives
Idea and Concept: Arthur Ganson, USA / Realisation: Technorama
"Maschine in Granit_DEFI.indd"; Nr. 10278

Maschine avec granite

Reproduction d'un oeuvre d'Arthur Ganson

Une machine «perpétuelle» - un engrenage avec une roue dentée qui ne tourne pas et qui pourtant ne bloque pas.



A vous de jouer:

- *Un exemple impressionnant d'une analogie mécanique d'un problème mathématique.*
- *Chacune des 12 engrenages consécutifs diminue le nombre de tours initial à un cinquantième.*
- *Jusqu'à quel niveau d'engrenage pouvez-vous apercevoir un mouvement de rotation?*

Pour en savoir plus:

Nous remercions la maison Mädler-Norm-Antrieb AG, Feuerthalen, pour la livraison gratuite des rues dentées de précision.
Idée et Conception: Arthur Ganson, USA / Réalisation: Technorama
"Maschine in Granit_DEFI.indd"; Nr. 10278

Maschine avec granite

Reproduction d’un oeuvre d’Arthur Ganson

Pour en savoir plus

Un exemple impressionnant d’une analogie mécanique d’un problème mathématique. Chacun des 12 engrenages consécutifs diminue le nombre de tours initial à un cinquantième. Les 200 tours par minutes du moteur électrique deviennent après le premier engrenage seulement 4 tours par minute. Ce nombre de tour devient à l’étape suivante 1/50 – donc 0.08 tours par minutes – et ainsi de suite…

Ici il s’agit une nouvelle fois simplement d’une fonction exponentielle – pour laquelle nous humains n’avons souvent pas de compréhension.

Doubler est encore facile à comprendre – on obtient simplement le double. Doubler encore une fois donne 4 fois, ensuite 8 fois, ensuite 16 fois, 32 fois etc. - tandis que notre intuition voudrait plutôt que ce soit 4 fois, 6 fois, 8 fois, 10 fois etc.! Nous oublions qu’il faut toujours doubler le résultat du double, des 4 fois etc. De telles augmentations ou diminutions exponentielles sont plus fréquentes que ce que l’on pourrait imaginer – la croissance de population, les intérêts, la désintégration radioactive, le métabolisme… toujours quand le «changement d’une valeur dépend de la valeur elle-même» (quand on double donc le double…) il s’agit d’un processus exponentiel. Mais cela paraît incroyable quand les chiffres atteignent des grandeurs astronomiques: quand l’avant-dernière roue commence à tourner, l’âge de l’univers aura triplé…

Dans cet exemple les nombres augmentent particulièrement vite parce que l’on a pris un grand diviseur (1:50). Si on avait une réduction de 1:2 (donc un doublement du temps d’une rotation), il nous faudrait non pas douze mais 68 engrenages!

1ière roue dentée:	15 sec
2ième roue dentée:	12,5 min
3ième roue dentée:	10,4 h
4ième roue dentée:	21,7 jours
5ième roue dentée:	2,97 ans
6ième roue dentée:	148,5 ans
7ième roue dentée:	7427 ans
8ième roue dentée:	371‘000 ans
9ième roue dentée:	18,5 millions d‘années
10ième roue dentée:	928 millions d‘années
11ième roue dentée:	46.4 milliards d‘années
12ième roue dentée:	2,3 billions d‘années (2,3 mille milliards)

Pour comparer: l’âge de l’univers est de 14 milliards d’années maximum!

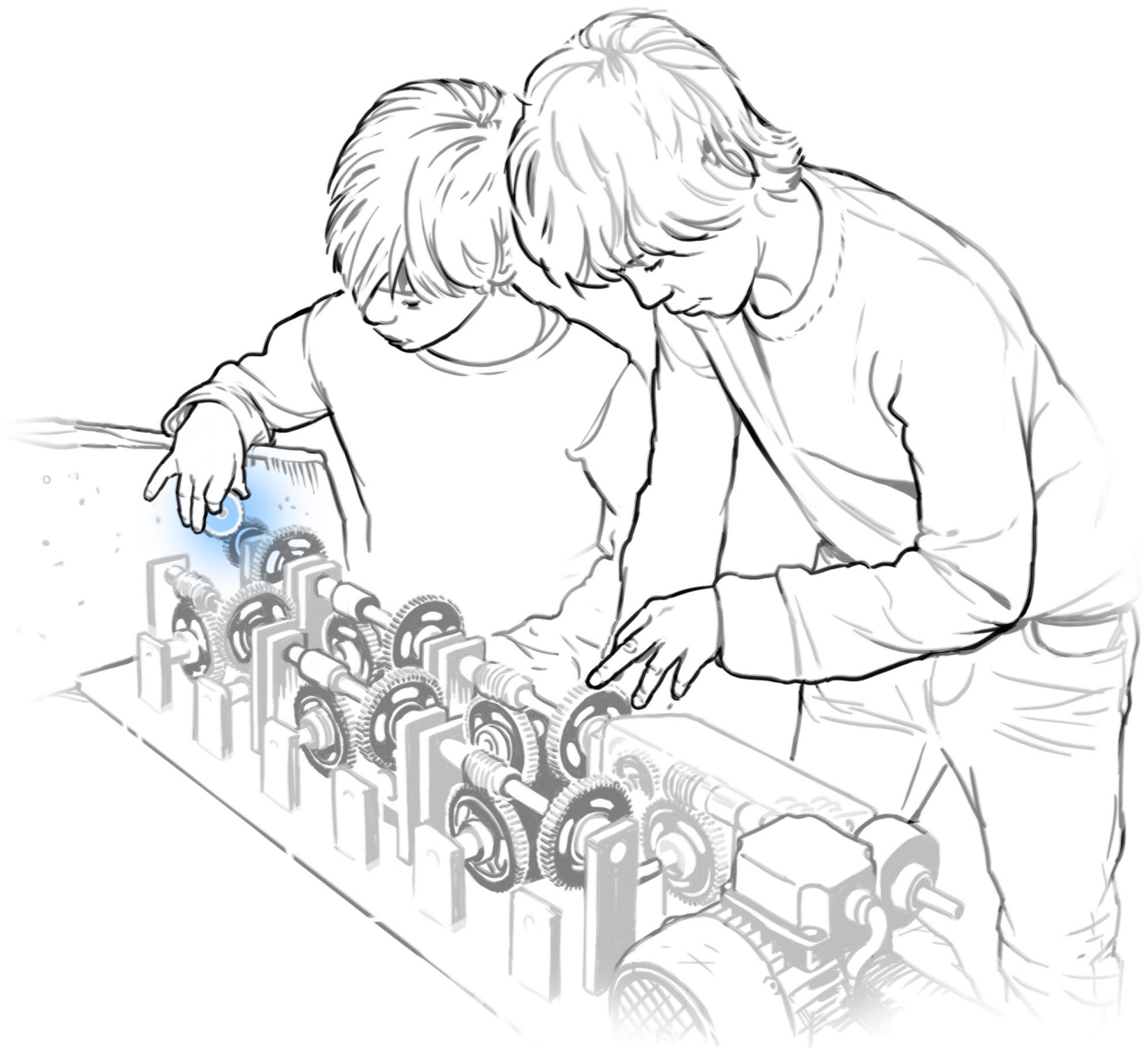
A vous de jouer:

Nous remercions la maison Mädler-Norm-Antrieb AG, Feuerthalen, pour la livraison gratuite des rues dentées de précision.
Idée et Conception: Arthur Ganson, USA / Réalisation: Technorama
“Maschine in Granit_DEFI.indd”; Nr. 10278

Macchina con Granito

Riproduzione di un'opera di Arthur Ganson

Una „macchina dell'eternità“: un sistema di ingranaggi il più lento dei quali è immobile, eppure non bloccato.



Che cosa fare:

- *Un impressionante esempio di esemplificazione meccanica della matematica.*
- *Ciascuno dei 12 ingranaggi consecutivi diminuisce il numero di giri d'ingresso di 1/50.*
- *Qual è l'ingranaggio più lento di cui riuscite a percepire la rotazione?*

Vuole saperne di più?

Ringraziamo la ditta Mädler-Norm-Antrieb AG, Feuerthalen, per aver fornito gratuitamente gli ingranaggi di precisione.
Ideazione e progetto: Arthur Ganson, USA / Realizzazione: Technorama
“Maschine in Granit_DEFI.indd”; Nr. 10278

Macchina con Granito

Riproduzione di un’opera di Arthur Ganson

Vuole saperne di più?

Un impressionante esempio di esemplificazione meccanica della matematica. Ciascuno dei 12 ingranaggi consecutivi diminuisce il numero di giri d‘ingresso di 1/50. A partire dalle 200 rotazioni al minuto del motore elettrico si ricavano quindi 4 rotazioni al minuto. Questo numero di giri viene nuovamente demoltiplicato di un fattore 1:50 nella fase successiva, vale a dire a 0,08 rotazioni al minuto.

Anche qui si tratta di una semplice funzione esponenziale, per la cui comprensione noi esseri umani spesso non abbiamo sufficienti mezzi cognitivi.

Raddoppiare è semplice. Raddoppiare ancora, dà il quadruplo, poi l‘ottuplo... Anche se noi ci immaginiamo che il risultato è semplicemente il quadruplo, il sestuplo, l‘ottuplo, il decuplo ecc. Semplicemente dimentichiamo che ogni volta dovremmo moltiplicare il risultato per due.

Questi incrementi esponenziali sono più frequenti di quanto supponiamo: crescita della popolazione, interesse composto, decadimento radioattivo, processi metabolici: ogni volta che, parlando in termini matematici, „la trasformazione di un termine che dipende dal termine stesso“ (quando per esempio si raddoppia un doppio) si tratta di processi esponenziali.

Per questo è quasi incredibile quello che succede quando i numeri raggiungono ordini di grandezza astronomici:

prima che il penultimo ingranaggio abbia compiuto un giro completo, dovrà essere trascorso un tempo triplo di tutta l‘età dell‘Universo...

In questo esempio le quantità aumentano molto rapidamente perché abbiamo scelto un fattore di demoltiplica così elevato. Nel caso di una fattore di demoltiplica di 1:2 (ossia il raddoppiamento del tempo per una rotazione completa) gli ingranaggi consecutivi necessari a ottenere lo stesso risultato non sarebbero più 12 bensì 68!

1. Ruota dentata: 15 s.
2. Ruota dentata: 12.5 min.
3. Ruota dentata: 10.4 ore
4. Ruota dentata: 21.7 giorni
5. Ruota dentata: 2.97 anni
6. Ruota dentata: 148.5 anni
7. Ruota dentata: 7427 anni
8. Ruota dentata: 371‘000 anni
9. Ruota dentata: 18.5 milioni anni
10. Ruota dentata: 928 milioni anni
11. Ruota dentata: 46.4 miliardi anni
12. Ruota dentata: 2.3 bilioni anni

Da sapere: l‘Universo ha al massimo 14 miliardi di anni!

Che cosa fare:

Ringraziamo la ditta Mädler-Norm-Antrieb AG, Feuerthalen, per aver fornito gratuitamente gli ingranaggi di precisione.
Ideazione e progetto: Arthur Ganson, USA / Realizzazione: Technorama
“Maschine in Granit_DEFI.indd”; Nr. 10278