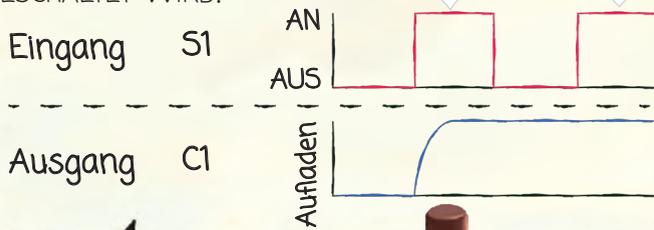


RÄTSEL 32:

DRÜCKEN UND AUFLADEN

BAUE EINEN SCHALTKREIS, DER DEN KONDENSATOR AUFLÄDT, WENN DER SCHALTER AUF AN GESCHALTET WIRD. DER KONDENSATOR SOLLTE GELADEN BLEIBEN, WENN DER SCHALTER WIEDER AUS GESCHALTET WIRD.



Das erste Mal, wenn du den Schalter anmachst, lädt der Kondensator.

Danach bleibt er einfach geladen.



STARTAUFGESTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	2	
1		1 0,001 F

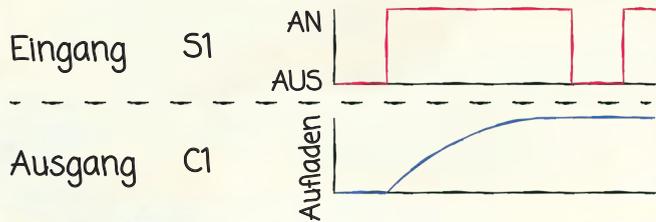
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★☆☆☆☆

DATUM: 24. MÄRZ 1893

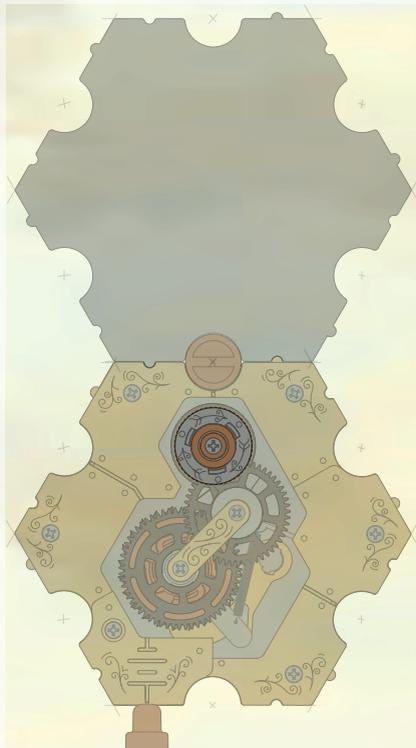
RÄTSEL 33:

LANGSAM AUFLADEN

BAUE EINEN SCHALTKEIS, DER DEN KONDENSATOR LANGSAMER ALS BEIM LETZTEN RÄTSEL AUFLÄDT.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	 1000 Ω	3	
1	 0,001 F	1	



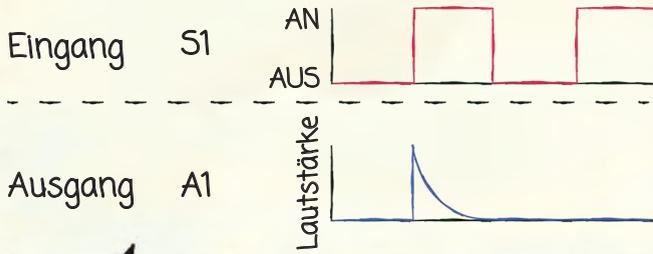
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 2. APRIL 1893

RÄTSEL 34:

PIEP

BAUE EINEN SCHALTKREIS, DER EINEN KURZEN TON ERZEUGT, WENN S1 DAS ERSTE MAL EINGESCHALTET WIRD.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	3	
	1	 0,001 F

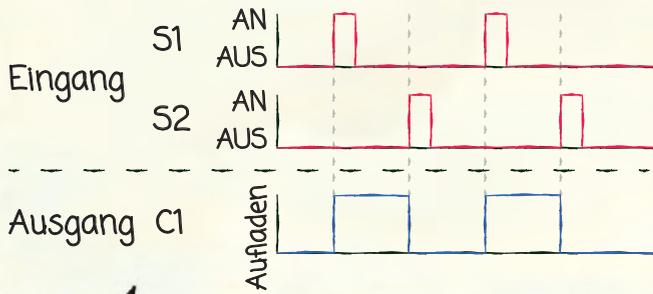
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 5. APRIL 1893

RÄTSEL 35:

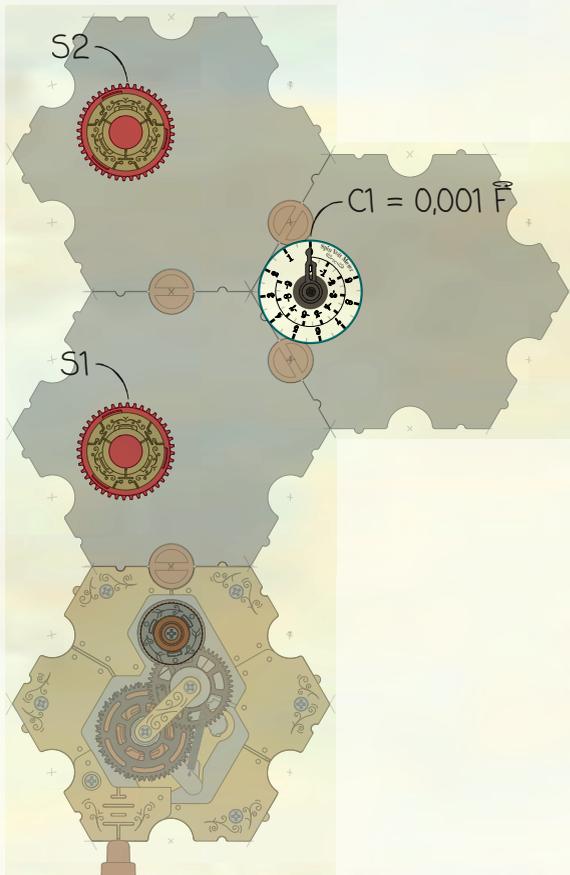
AUF- UND ENTLADEN - TEIL 1

BAUE EINEN SCHALTKEIS, IN DEM S1 C1 AUFLÄDT UND S2 C1 ENTLÄDT.



Oh nein! Mach bloß nicht beide Schalter gleichzeitig an!

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	4 
1 	

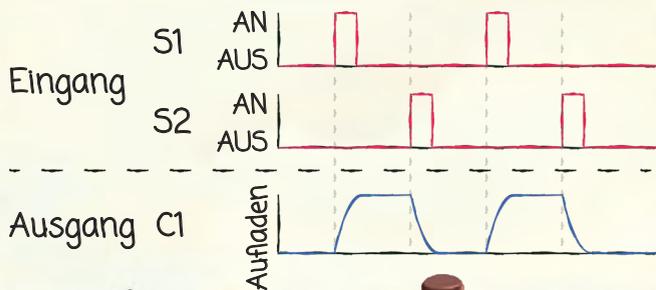
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 9. APRIL 1893

RÄTSEL 36:

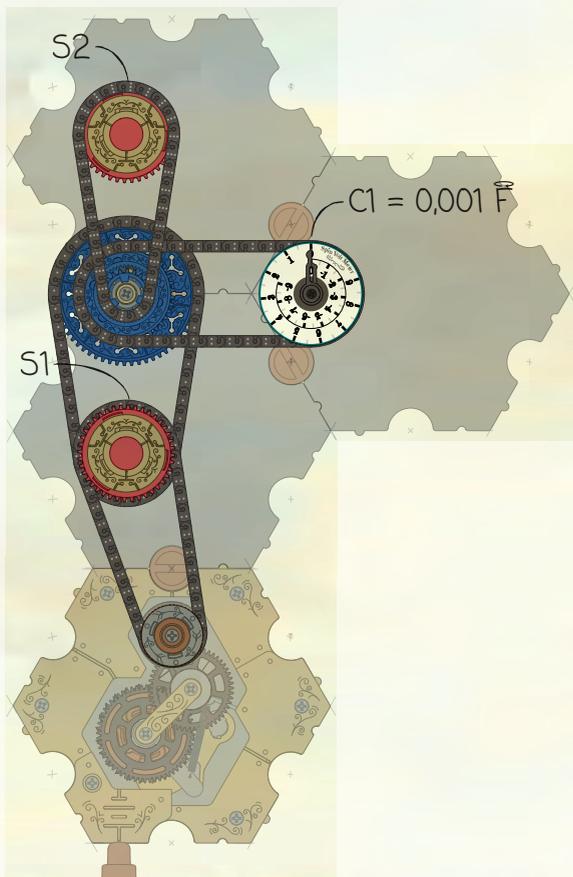
AUF- UND ENTLADEN - TEIL 2

LADE UND ENTLADE DEN KONDENSATOR LANGSAMER.



Entlädt sich der Kondensator über einen Widerstand, stellst du vielleicht fest, dass er sich NICHT GANZ bis Null entlädt. Das ist in Ordnung. Es ist ein kleiner Fehler im System, den ich nicht vollständig beheben konnte.

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1		1	
	500 Ω		

SCHWIERIGKEITSGRAD:



DATUM:

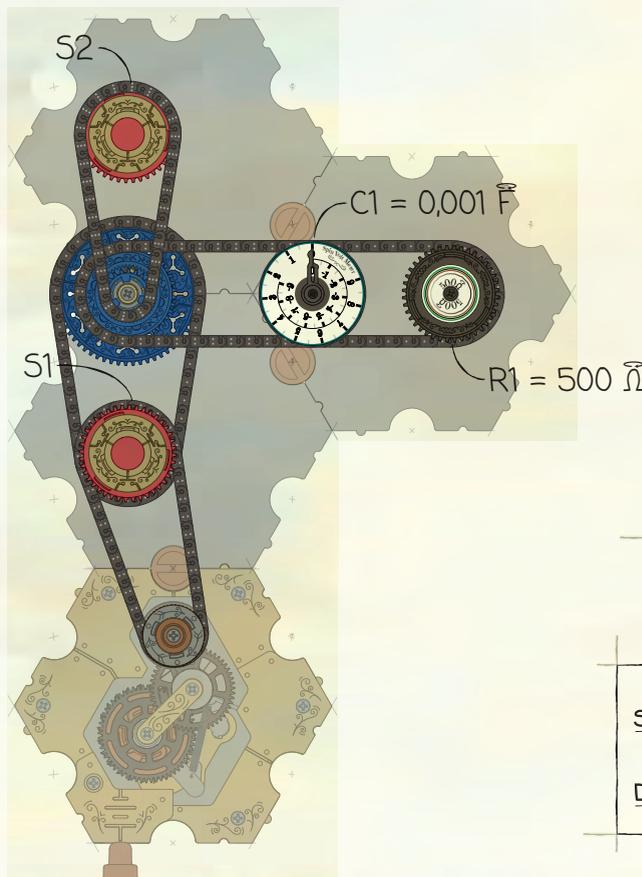
11. APRIL 1893

RÄTSEL 37:

AUF- UND ENTLADEN - TEIL 3

SICHERE DEN SCHALTKREIS, DAMIT ES KEINEN KURZSCHLUSS GIBT, WENN S1 UND S2 GLEICHZEITIG GEDRÜCKT WERDEN.

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	 200 Ω	1	



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 24. APRIL 1893

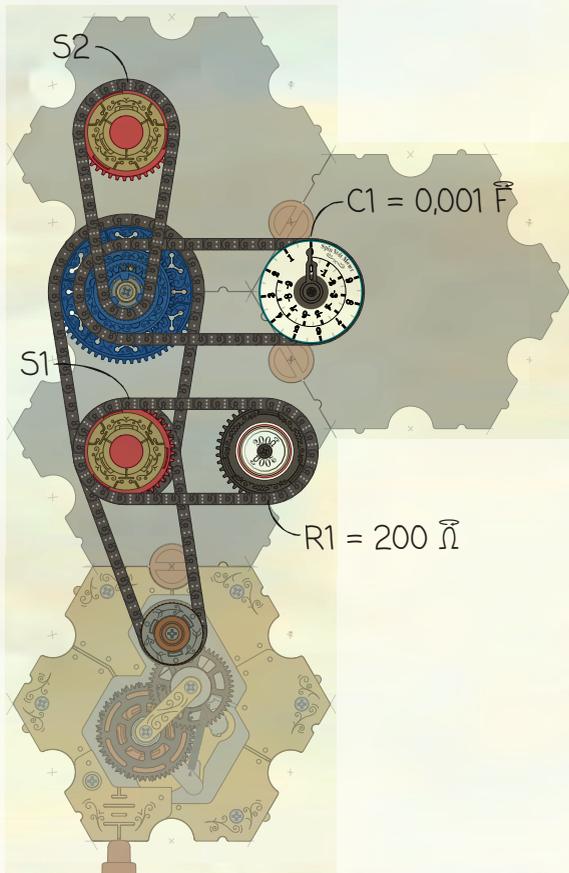
RÄTSEL 38:

AUF- UND ENTLADEN - TEIL 4

SORGE DAFÜR, DASS DER SCHALTKREIS JEDES MAL, WENN C1 AUFGELADEN ODER ENTLADEN IST, EINEN TON ERZEUGT.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	1 
1 	

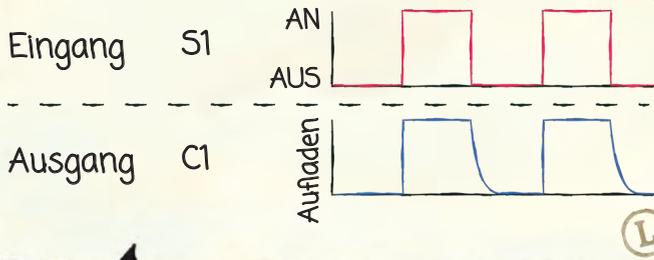
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 26. APRIL 1893

RÄTSEL 39:

AUTOMATISCHES ENTLADEN

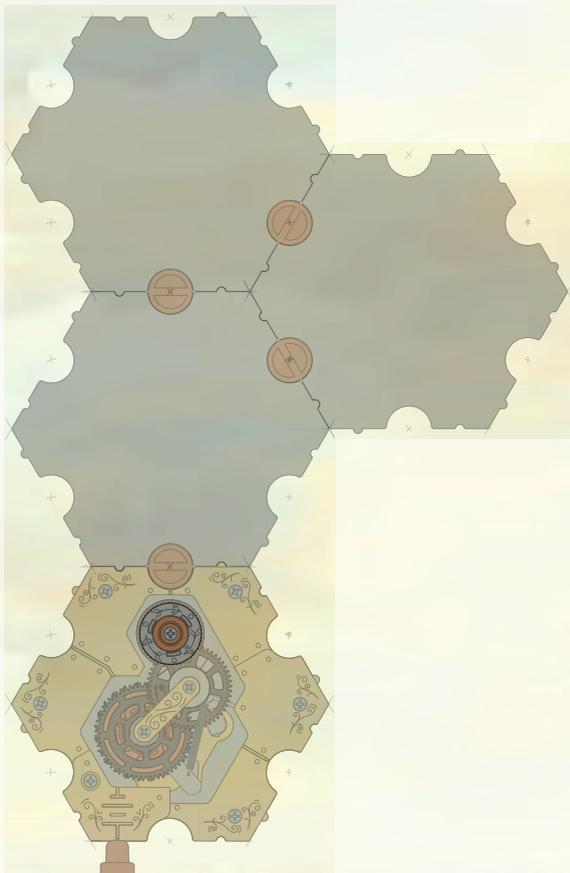
DER KONDENSATOR (C1) LÄDT AUF, SOLANGE DER SCHALTER (S1) AN IST, UND ENTLÄDT SICH, WENN S1 AUS IST.



Hm ... wie können wir den Kondensator mit nur einem Knopf auf- und entladen?



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	 500 Ω	4	
1		1	 0,001 F
1			



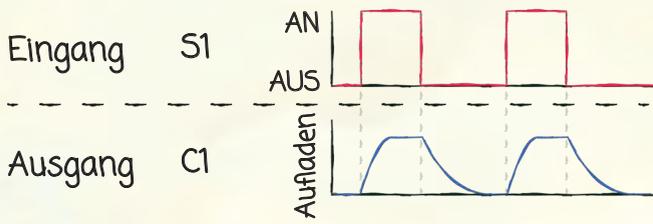
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆

DATUM: 5. MAI 1893

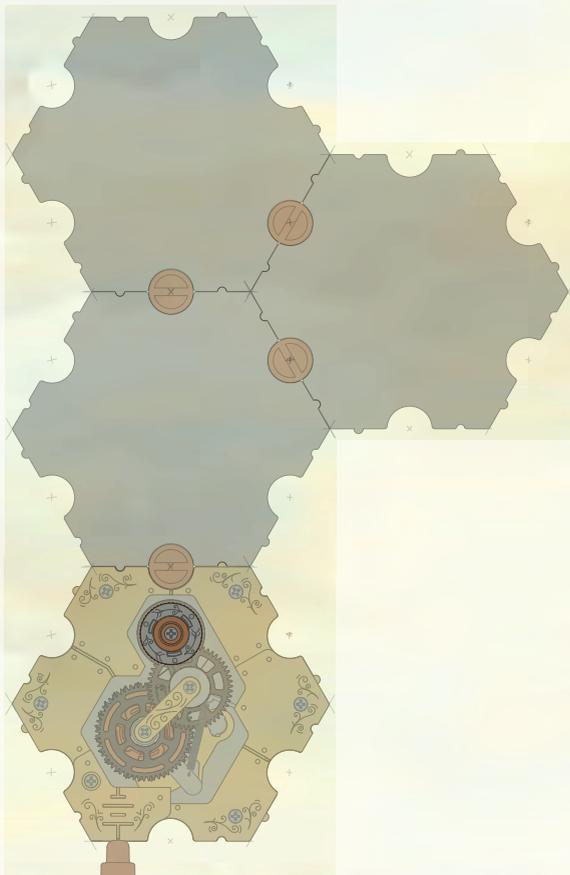
RÄTSEL 40:

LANGSAM RAUF, LANGSAM RUNTER

BAUE EINEN SCHALTKREIS, DER SICH SO VERHÄLT:



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE



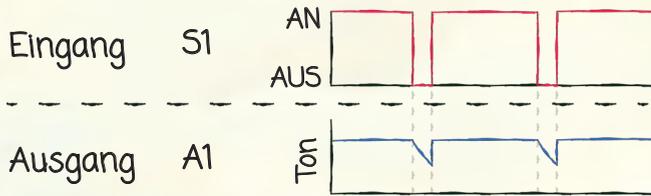
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 7. MAI 1893

RÄTSEL 41:

DIE KONDENSATOR-RESERVE

BAUE EINEN SCHALTKREIS, DER A1 DREHT, AUCH WENN DER ANTRIEB ÜBER S1 KURZ AUSGESCHALTET WIRD.



Ich muss dafür sorgen, dass der Antrieb weiterläuft, selbst wenn die Batterie kurz ausgeht. Das sollte helfen.

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	3	
	1	 0,001 F
1		



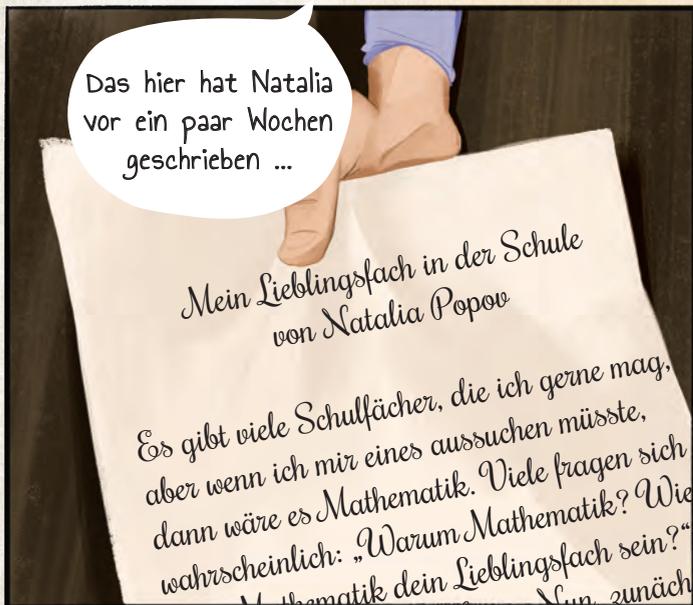
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆

DATUM: 10. MAI 1893

Natalia konnte sich keine Zeit mehr von ihren Hausarbeiten wegsparen, wollte aber weiterhin ihre Nächte ausdehnen, also begann sie, sich Zeit aus der Schule zu leihen.



Am selben Abend ...





Natalia, diese Arbeit ist inakzeptabel. Was ist in letzter Zeit mit dir los?

Weiß nicht.

Mir scheint, du verbringst jede freie Minute in der Scheune. Was machst du da drinnen?

..... so Sachen?



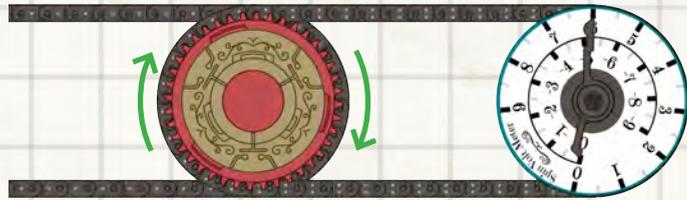
Sachen?
Wir gehen jetzt sofort in die Scheune und du zeigst uns, was du da drinnen immer machst, junge Dame.



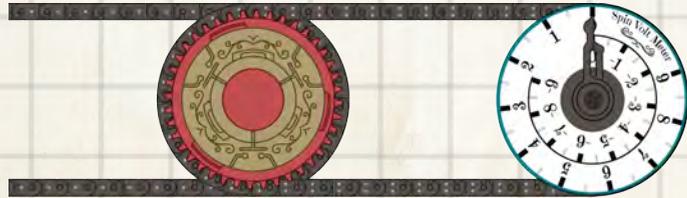
Oh, Natalia! Was hast du getan?

Einheit 12: Spannung

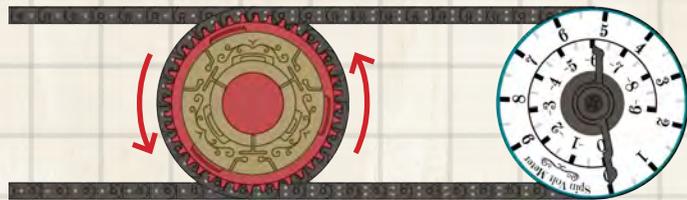
Mit der Spannung misst man, wie stark die Kette an einem Element im Schaltkreis zieht. Die Spannung wird in „Spin-Volt“, oder „ \bar{V} “ gemessen. Mit Spintronic-Kondensatoren kannst du die Spannung messen. Auf dem Bild unten schiebt ein Kettenrad am Kondensator mit $+6 \bar{V}$.



Und hier schiebt das Kettenrad überhaupt nicht. Der Spintronic-Kondensator zeigt $0 \bar{V}$.



Werden Bauteile gegen den Uhrzeigersinn geschoben, entsteht eine negative Spannung. Hier schiebt das Kettenrad mit $-6 \bar{V}$.



In den nächsten Rätseln sind Spannung und Stromstärke extrem wichtig. Um Schaltkreise wirklich zu verstehen, musst du wissen, wie sich Spannung und Stromstärke an jedem Punkt in einem Schaltkreis mit der Zeit verändern.

*Ein Spin-Volt entspricht 0,1 Newton.

RÄTSEL 42: DIE SPANNUNG DER BATTERIE MESSEN

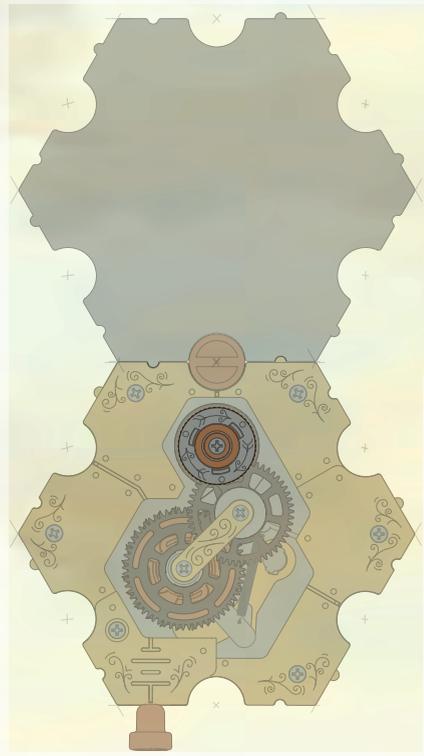
MISS, WIE VIEL SPANNUNG DIE BATTERIE
PRODUZIERT. VERWENDE EINEN WIDERSTAND,
DAMIT DIE TATSÄCHLICHE SPANNUNG NICHT
ÜBERSCHRITTEN WIRD.

Hm ... der Kondensator bleibt
manchmal ein wenig stecken und zeigt
keinen präzisen Wert für die Spannung.

Aha! Damit der Kondensator die
Spannung präzise anzeigt, tippe mehrmals
leicht mit deinem Finger auf ihn, bis er
sich nicht mehr bewegt.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE	
1  200 Ω	1 
	1  0,001 F

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★☆☆☆☆

DATUM: 15. MAI 1893

RÄTSEL 43:

DIE NEGATIVE SPANNUNG

DIE SPANNUNG DER BATTERIE SOLLTE BEI RUND $+6\text{ V}$ LIEGEN. BAUE NUN EINEN SCHALTREIS, DER AM KONDENSATOR C1 FÜR EINE SPANNUNG VON ETWA -6 V SORGT.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE



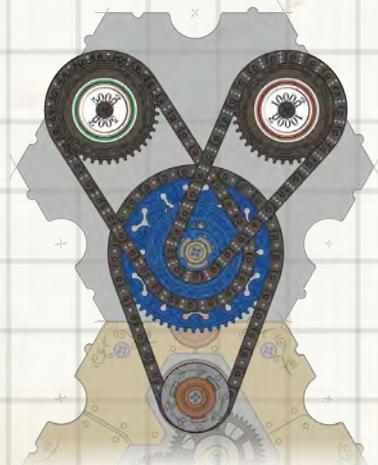
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 16. MAI 1893

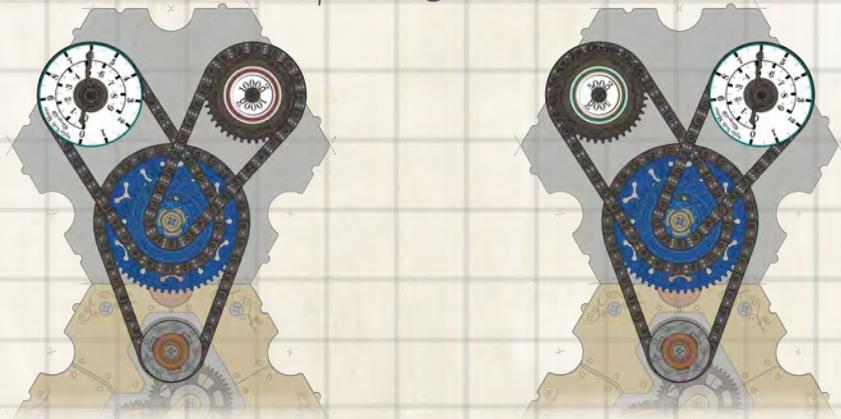
Einheit 13: Spannung an Knotenpunkten

Langsam kenne ich mich mit Knotenpunkten gut aus, vor allem, seit ich weiß, dass ... die Spannung an den drei Kettenrädern eines Knotenpunkts immer gleich hoch ist. Immer!

Beginne mit folgendem Schaltkreis:

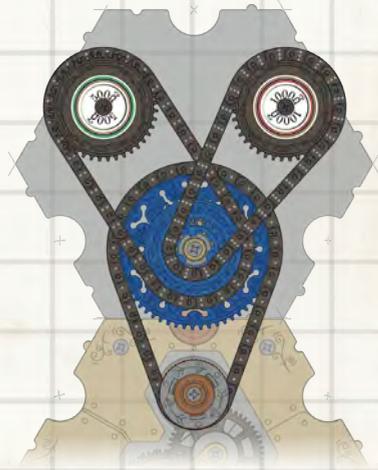


Die Spannung am unteren Kettenrad beträgt 6 V (von der Batterie).
Wie hoch ist die Spannung an den anderen beiden Kettenrädern? Ersetze jeden Widerstand mit einem Spannungsmesser und finde es heraus.



Was zeigt der Spannungsmesser an? 6 V , richtig? Die Spannung ist einfach immer gleich: Die drei Kettenräder eines Knotenpunkts schieben immer mit derselben Spannung!

Aber Moment mal: Wenn die Spannung gleich ist, warum dreht sich der 500Ω Widerstand dann doppelt so schnell wie der 1000Ω Widerstand?



Ach ja! Das ist, weil die Spannung nur angibt, wie stark die Kettenräder geschoben werden, nicht wie schnell sie sich dadurch bewegen. Die Spannung an jedem Widerstand ist gleich, aber die Widerstände drehen sich unterschiedlich schnell.

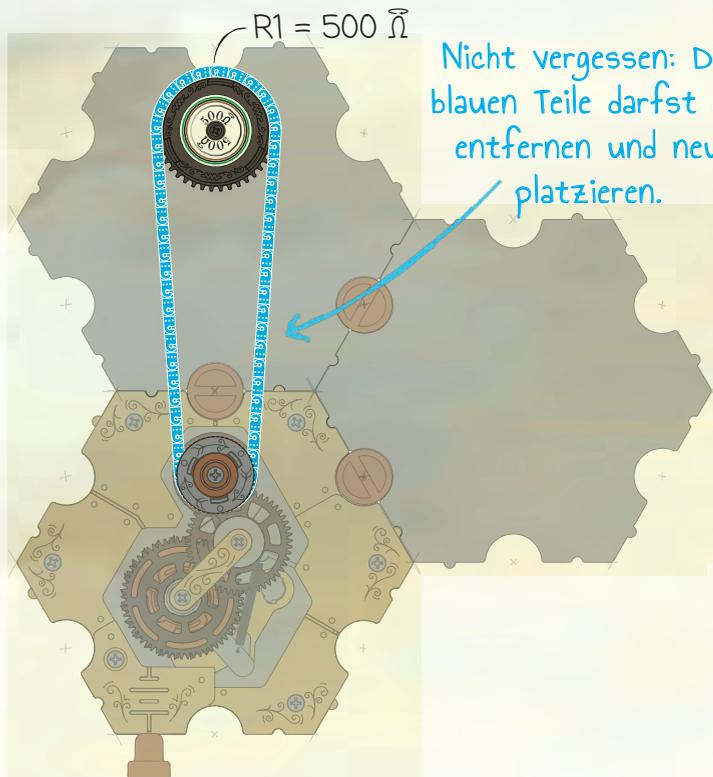
An einem Knotenpunkt ist die Spannung an jedem Kettenrad gleich, die Stromstärke aber womöglich unterschiedlich.

RÄTSEL 44:

IST DIE SPANNUNG DER BATTERIE KONSTANT?

IM SCHALTKEIS UNTEN ENTLÄDT SICH DIE BATTERIE LANGSAM IN RICHTUNG R1. VERRINGERT SICH AUCH DIE SPANNUNG, WENN SICH DIE BATTERIE ENTLÄDT? VERÄNDERE DEN SCHALTKEIS SO, DASS DU DIE SPANNUNG DER BATTERIE DIE GANZE ZEIT ÜBER MESSEN KANNST, WÄHREND SIE SICH ENTLÄDT.

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	2	
	1	 0,001 F
1		

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

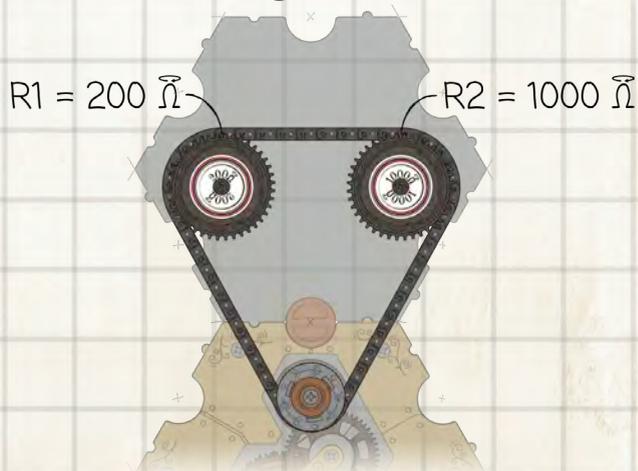
DATUM: 18. MAI 1893

Einheit 14: Spannung in Reihenschaltungen

Wir wissen bereits, dass die Spannung in jedem Zweig einer Parallelschaltung gleich ist, die Stromstärke aber unterschiedlich sein kann.

In einer Reihenschaltung ist es genau umgekehrt! Die Stromstärke an allen Bauteilen ist gleich, die Spannung aber unterschiedlich.

Sieh dir zum Beispiel diesen Stromkreis an: Es gibt einen kleinen Widerstand (200Ω) und einen großen Widerstand (1000Ω) in Reihe.



Der Strom fließt über $R1$ genauso stark wie über $R2$. Du fragst dich jetzt vermutlich: „Wie kann das sein? $R2$ ist doch sehr viel schwerer zu drehen als $R1$!“ Das stimmt! Es funktioniert nur, weil $R2$ mehr Spannung aus der Batterie abbekommt. In diesem Fall bekommt $R2$ rund 5 V , während $R1$ nur rund 1 V bekommt.

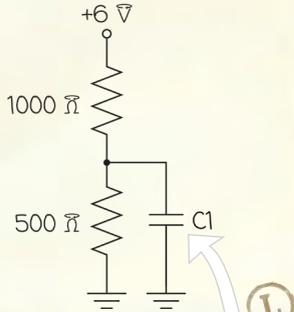
Du kannst dir das auch so vorstellen: $R2$ ist größer und braucht mehr Spannung, um sich genauso schnell zu drehen wie $R1$.

RÄTSEL 45:

DER SPANNUNGSTEILER (2 V)

BAUE EINEN SCHALTKREIS, IN DEM DU AM C1 EINE SPANNUNG VON RUND 2 V MISST. (ALLES ZWISCHEN 2,0 V UND 3,0 V IST IN ORDNUNG.)

DAS IST DER SCHALTKREIS, DEN VIR DAZU BAUEN:

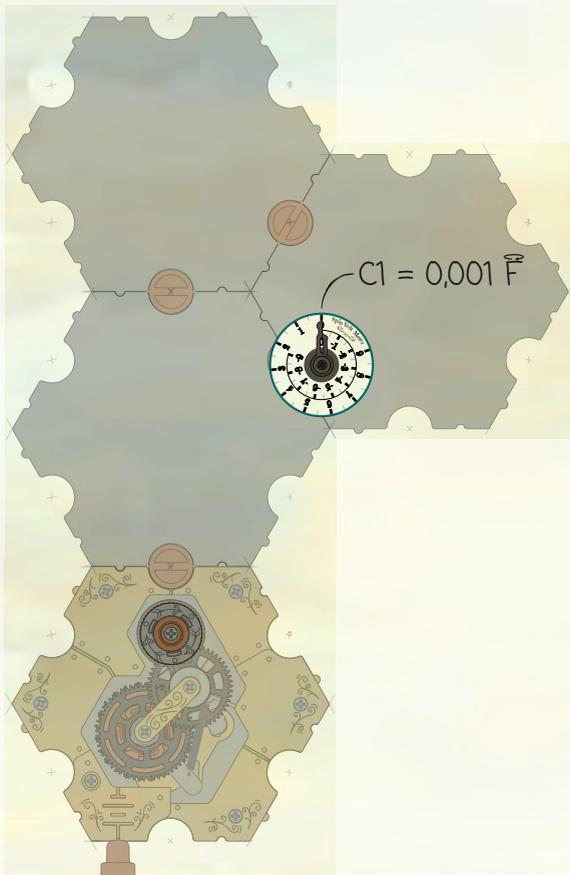


Ich darf nicht vergessen, mehrmals leicht auf den Spannungsmesser zu tippen, damit er die Spannung präzise anzeigt!

Das ist das Symbol für einen Kondensator:



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	 1000 Ω	4	
1	 500 Ω		
1			

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 20. MAI 1893

RÄTSEL 46:

DER SPANNUNGSTEILER (5 V)

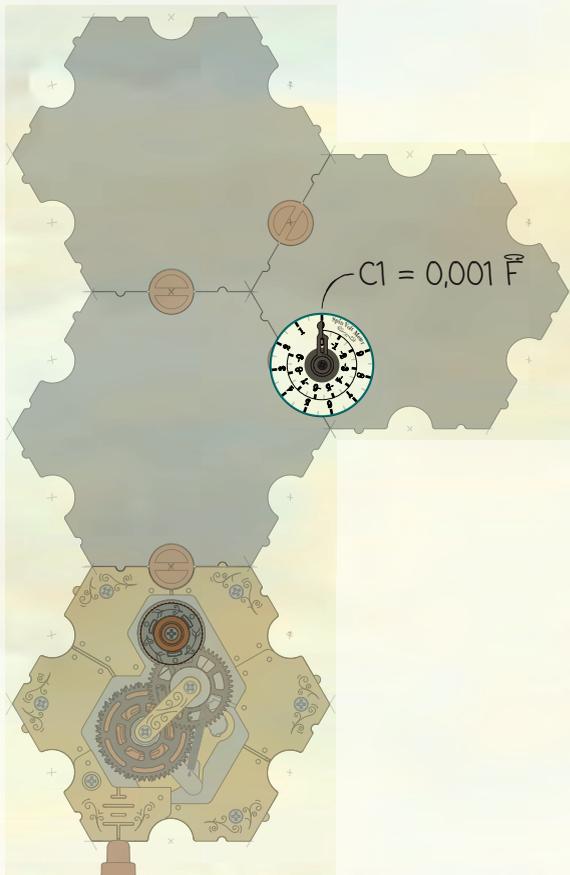
BAUE EINEN SCHALTKEIS, IN DEM DU AM KONDENSATOR (C1) EINE SPANNUNG VON RUND 5 V MISST. (ALLES ZWISCHEN 4,5 V UND 5,5 V IST IN ORDNUNG.)

BONUS: BAUE NUN EINEN SCHALTKEIS, IN DEM DU AM KONDENSATOR (C1) EINE SPANNUNG ZWISCHEN 1 UND 2 V MISST.

Hm ... Die Spannung ist präziser, wenn ich die Kette ein wenig lockerer lasse.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	 1000 Ω	4	
1	 200 Ω		
1			



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

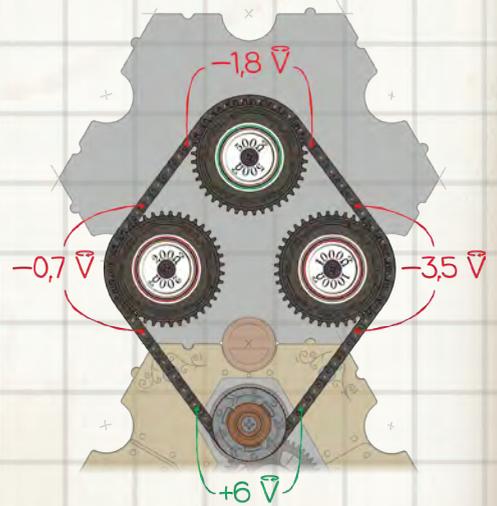
DATUM: 23. MAI 1893

Einheit 15: Das Kirchhoffsche Gesetz

Das ist eines dieser Dinge, die klar sind, sobald du sie durchschaut hast, aber zunächst ein wenig kompliziert wirken. Bereit? Los geht's: In einer Schaltkreisschleife ist die Summe aller Spannungswerte gleich null.

Was das bedeutet?

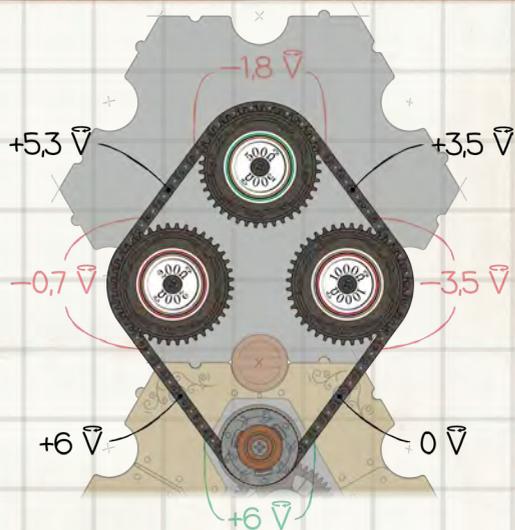
Sehen wir uns mal diesen Schaltkreis an:



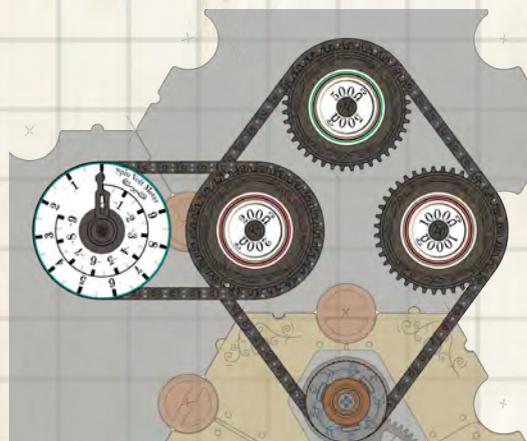
Die Batterie erzeugt 6 V und schiebt die Kette mit drei Widerständen durch eine Schleife. Jeder dieser Widerstände drückt zurück gegen den Strom. Dieses „Zurückdrücken“ erzeugt also eine Spannung, genauer gesagt: eine **negative Spannung**! Größere Widerstände erzeugen negativere Spannungen als kleinere. Was bekommst du also, wenn du alle Spannungswerte in einer Schleife zusammenzählst? Null Spin-Volt!

Die negative Spannung, die jeder Widerstand erzeugt, hat einen eigenen Namen. Man nennt sie „**Spannungsabfall**“. Die Spannung fällt nämlich von einer Seite des Widerstands zur anderen um

genau diesen Wert ab. Im nächsten Bild habe ich die Spannung an jedem Punkt im Schaltkreis eingezeichnet:



Jetzt, da wir wissen, was der Spannungsabfall ist, wollen wir ihn auch berechnen. Dafür musst du den Spannungsunterschied von der einen Seite des Bauteils zur anderen messen: die Spannung durch das Bauteil, sozusagen. Lass uns den Spannungsabfall durch den 200Ω Widerstand messen.

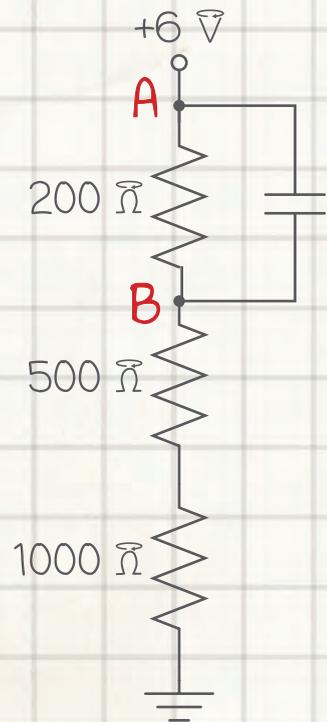


Klappt das so, also in Reihe?

Nein! Der Kondensator lässt keinen Strom durch. Sobald er lädt, wird er zum größten Widerstand in der gesamten Schleife und du misst nur die Spannung durch ihn!

Um die Spannung an einem Bauelement zu messen, musst du den Kondensator (Spannungsmesser) parallel zum Element einsetzen.

So wie hier:



Zuerst fand ich das verwirrend. Erzeugt der Kondensator nicht einen zusätzlichen Weg für den Strom? Eigentlich nicht, nein. Der Kondensator lädt sich schnell auf und blockiert dann jeglichen Stromfluss über diesen Weg. Er lädt lediglich bis zum Spannungsunterschied von Punkt A zu Punkt B. Er lädt also nur bis zur Spannung durch den 200 Ω Widerstand.

Falls das immer noch kompliziert klingt, probiere das: Baue den Schaltkreis oben, entferne jedoch den Kondensator, so:



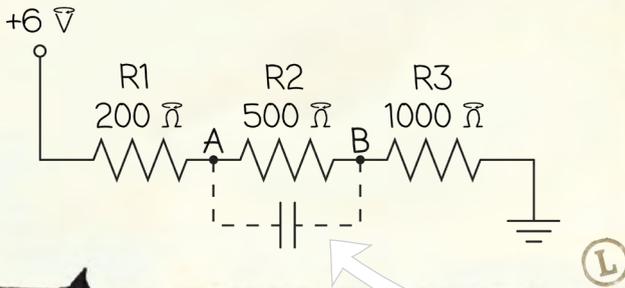
Jetzt halte das obere Kettenrad des Knotenpunkts mit deinen Fingern, während du den Schaltkreis laufen lässt. Denk daran, dass sich der Knotenpunkt wie eine Reihenschaltung verhält, sobald du eines seiner Kettenräder festhältst! Der gesamte Strom fließt über ein Kettenrad hinein und über ein anderes hinaus.

Spürst du, wie das oberste Kettenrad versucht, sich zu drehen, während du es festhältst? Was du da spürst, ist die Spannung, die der 200Ω Widerstand erzeugt, während er gegen den Strom, der durch ihn durchfließt, drückt. Du spürst also den Spannungsabfall durch den Widerstand!

RÄTSEL 47:

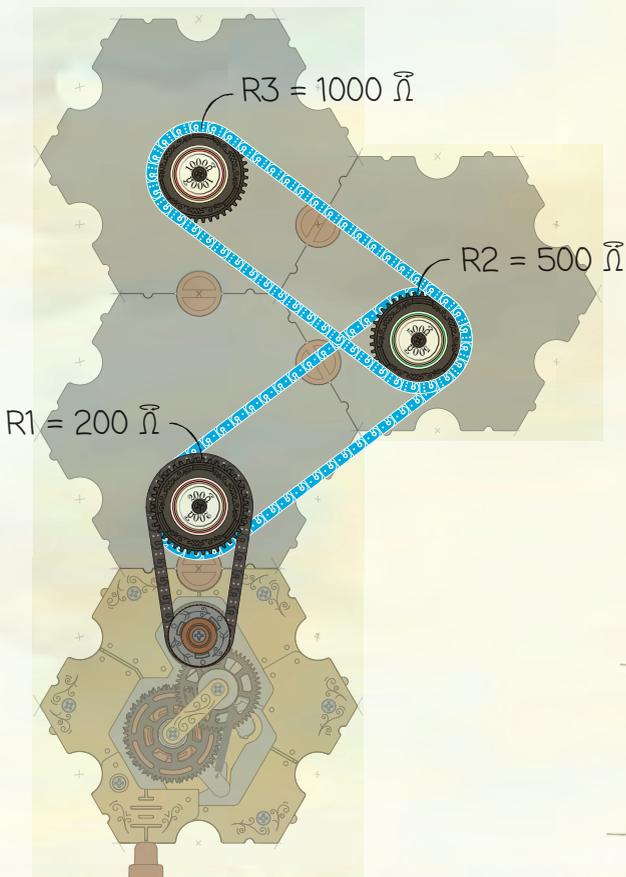
DER SPANNUNGSABFALL

VERÄNDERE DEN UNTEN ABGEBILDETEN SCHALTKEIS, UM ZU MESSEN, WIE DIE SPANNUNG AM R2 ABFÄLLT. ODER ANDERS GESAGT: MISS DEN UNTERSCHIED IN DER SPANNUNG ZWISCHEN DEN PUNKTEN A UND B:



Ich soll die Spannung durch R2 messen, also muss ich einen Kondensator (Spannungsmesser) parallel dazu einsetzen.

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	3	
	1	 0,001 F
1		

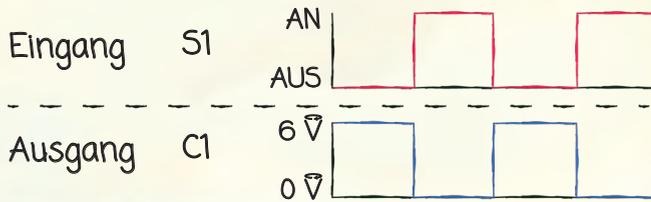
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆

DATUM: 28. MAI 1893

RÄTSEL 48:

DAS NICHT-GATTER

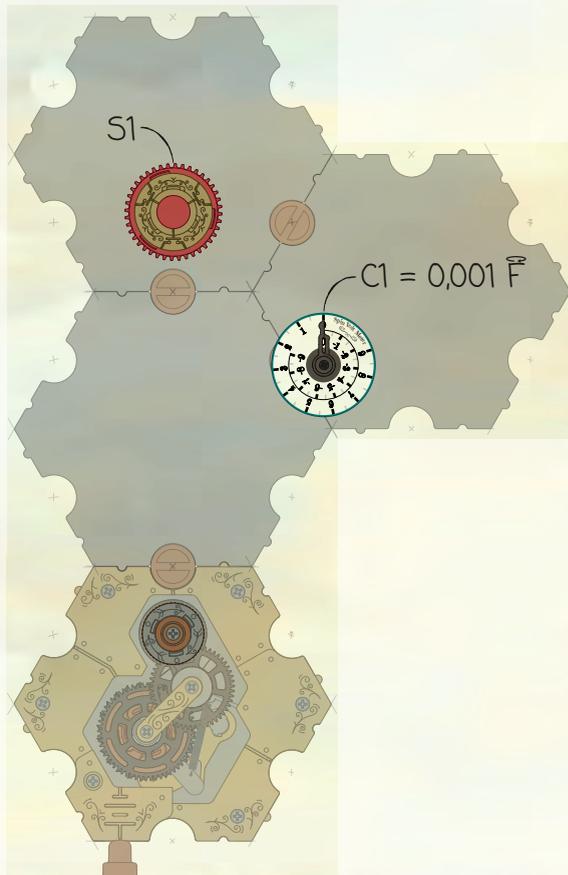
WENN DER SCHALTER S1 AN IST, ZEIGT C1 0 V.
 WENN S1 AUS IST, ZEIGT C1 ETWA 6 V. (-6 V
 IST AUCH IN ORDNUNG.)



Der Ausgang ist das Gegenteil vom Eingang? Das könnte helfen...



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	 500 Ω	4	
1			



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 6. JUNI 1893

RÄTSEL 49:

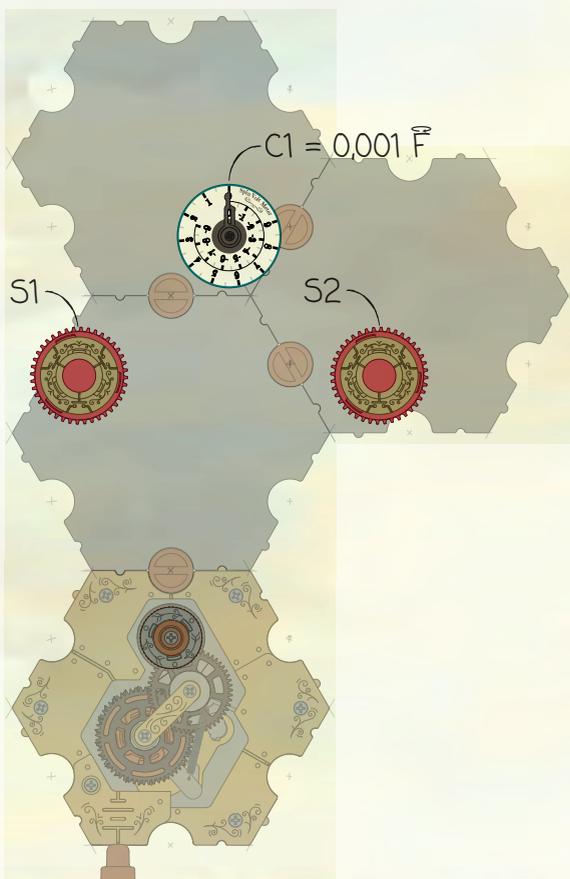
DAS NICHT-UND-GATTER

DER SPANNUNGSMESSER (KONDENSATOR) C1 ZEIGT 0 \bar{V} , WENN S1 UND S2 AN SIND. SONST ZEIGT ER ETWA 6 \bar{V} . (-6 \bar{V} ist auch in Ordnung.)

EINGANG		AUSGANG
S1	S2	C1
AUS	AUS	6 \bar{V}
AUS	AN	6 \bar{V}
AN	AUS	6 \bar{V}
AN	AN	0 \bar{V}



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1  500 $\bar{\Omega}$	4 
1 	



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆

DATUM: 2 JUNI 1893

RÄTSEL 50:

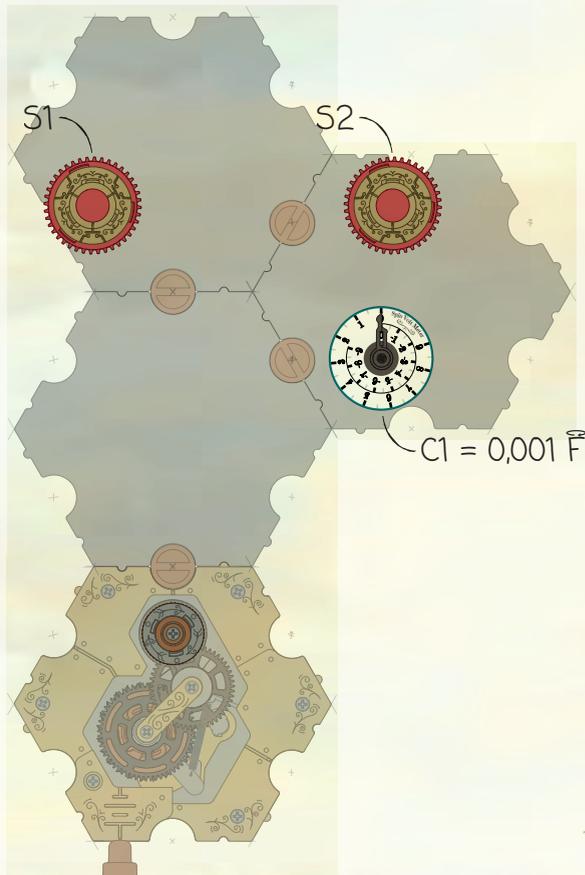
DAS NICHT-ODER-GATTER

WENN S1 ODER S2 AN SIND, ZEIGT DER SPANNUNGSMESSER C1 0 V. SONST ZEIGT ER ETWA 6 V. (-6 V IST AUCH IN ORDNUNG.)

EINGANG		AUSGANG
S1	S2	C1
AUS	AUS	6 V
AUS	AN	0 V
AN	AUS	0 V
AN	AN	0 V



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

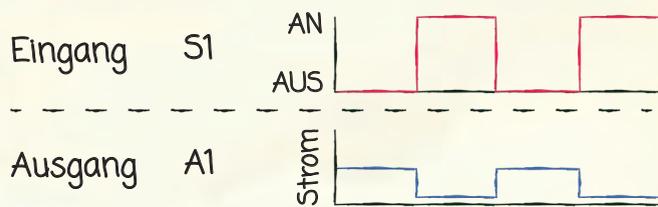


SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★★★★

DATUM: 4. JUNI 1893

RÄTSEL 51: DER UMGEKEHRTE TONHÖHEN-SCHALTER

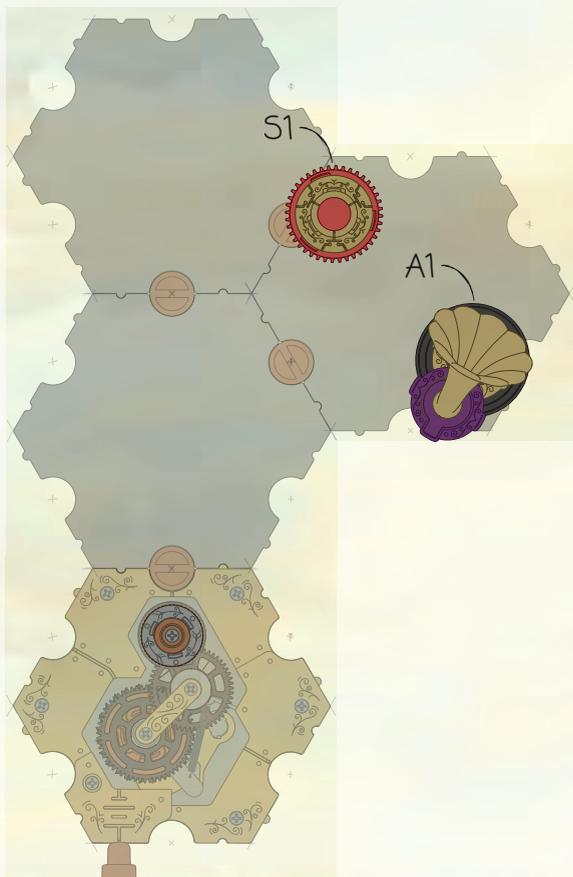
WENN DER SCHALTER S1 AUS IST, DREHT SICH
A1 SCHNELLER, ALS WENN S1 AN IST.



HINWEIS: DIESES RÄTSEL IST SCHWIERIG. DU KANNST
ES GERNE AUSLASSEN UND SPÄTER PROBIEREN.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★★★★☆

DATUM: 7. JUNI 1893

Als Anya und Viktor sahen, dass sich Natalia wieder der Uhrmacherei widmete, wussten sie sofort, warum sie sich seit Kurzem so seltsam benahm.



Oh, was für ein kluges Mädchen! Du beherrscht das Zeitlaufen! Ich bin so stolz auf dich!

Wow, Natalia, ich konnte das erst, als ich 28 war. Aber du? Elf Jahre alt? Unglaublich!



Als ich *26* war und das Zeitlaufen lernte ...



... brachte ich mich auch in Schwierigkeiten. Ich musste mir selbst vorschreiben, wann ich es nutzen darf und wie.



Ich weiß, Mama. Ich nutze das Zeitlaufen nicht mehr in der Schule.



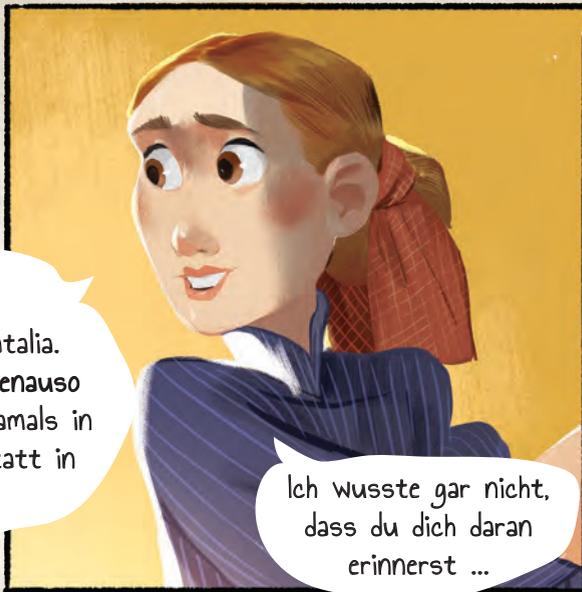
seufz Auch nicht bei der Hausarbeit.

Und?

Gut.



Das ist
wundervoll, Natalia.
Du hast alles genauso
aufgebaut wie damals in
unserer Werkstatt in
Moskau.



Ich wusste gar nicht,
dass du dich daran
erinnerst ...



Jetzt zeig uns aber,
woran du arbeitest!

Taschenuhren?
Kuckucksuhren?
Arbeitest du immer noch
an dieser modifizierten
Grashüpferhemmung?



Naja, ich baue
eigentlich gar keine ...
Uhren.



Ich habe angefangen,
an einer automatischen
Waschmaschine zu arbeiten.
Ihr wisst schon, um meine
Hausarbeiten schneller
erledigen zu können.

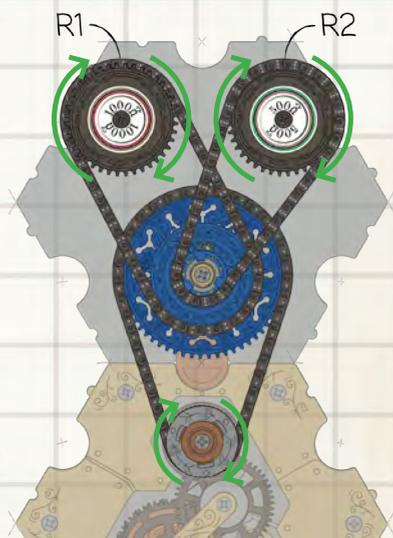
Und während ich so vor
mich hin arbeitete, bin ich
wohl auf etwas Größeres
gestoßen.

Ich nenne es
„Spintronics“. Ich bin mir
nur noch nicht sicher,
was es ist.

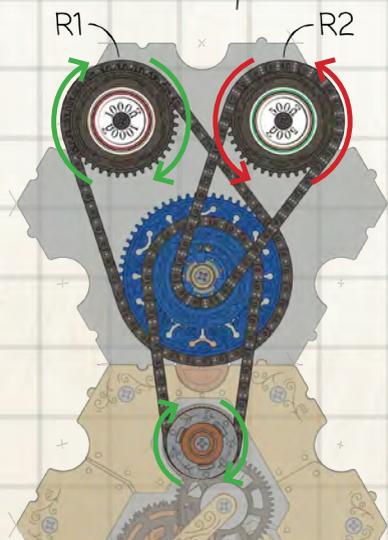
Einheit 16: Die Drehrichtung am Knotenpunkt

In den folgenden Rätseln sehen wir uns ein paar einzigartige Dinge an, die du nur mit Spintronics machen kannst, in der Elektronik aber nicht. Die folgenden Tipps und Infos können dir helfen, deine Schaltkreise noch einfacher aufzubauen!

Du hast vermutlich schon gemerkt, dass sich Knotenpunkte nicht immer so drehen, wie man meinen würde. Zum Beispiel:



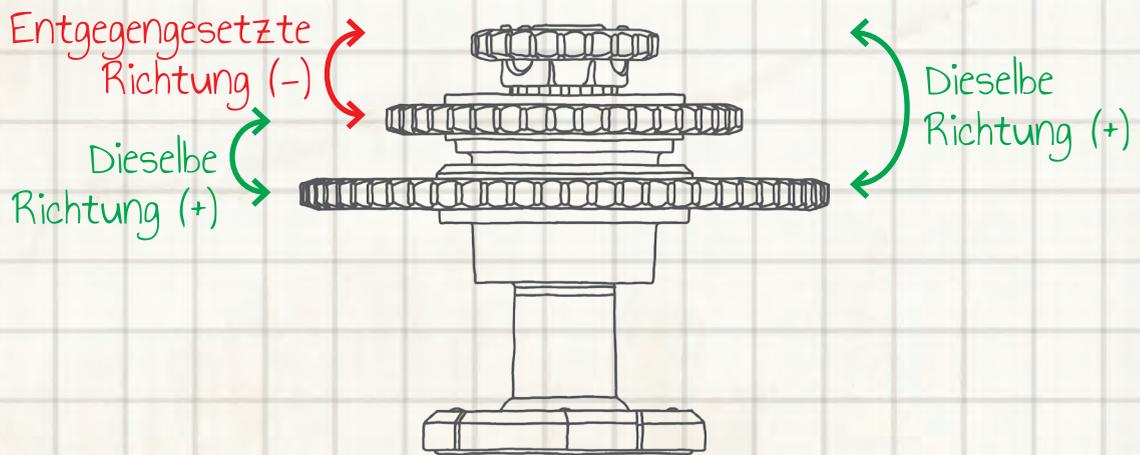
In diesem Schaltkreis dreht sich die Batterie im Uhrzeigersinn, genauso wie R1 und R2.



In diesem Schaltkreis drehen sich Batterie und R1 im Uhrzeigersinn, R2 aber gegen den Uhrzeigersinn.

Der Unterschied ist, dass die Batterie im ersten Schaltkreis Spannung auf das unterste Kettenrad legt, während die Batterie im zweiten Schaltkreis Spannung auf das mittlere Kettenrad legt.

Wenn du auf ein Kettenrad eines Knotenpunktes Spannung anlegst, woher weißt du dann, in welche Richtung es die anderen Kettenräder schieben wird? So findest du das heraus:

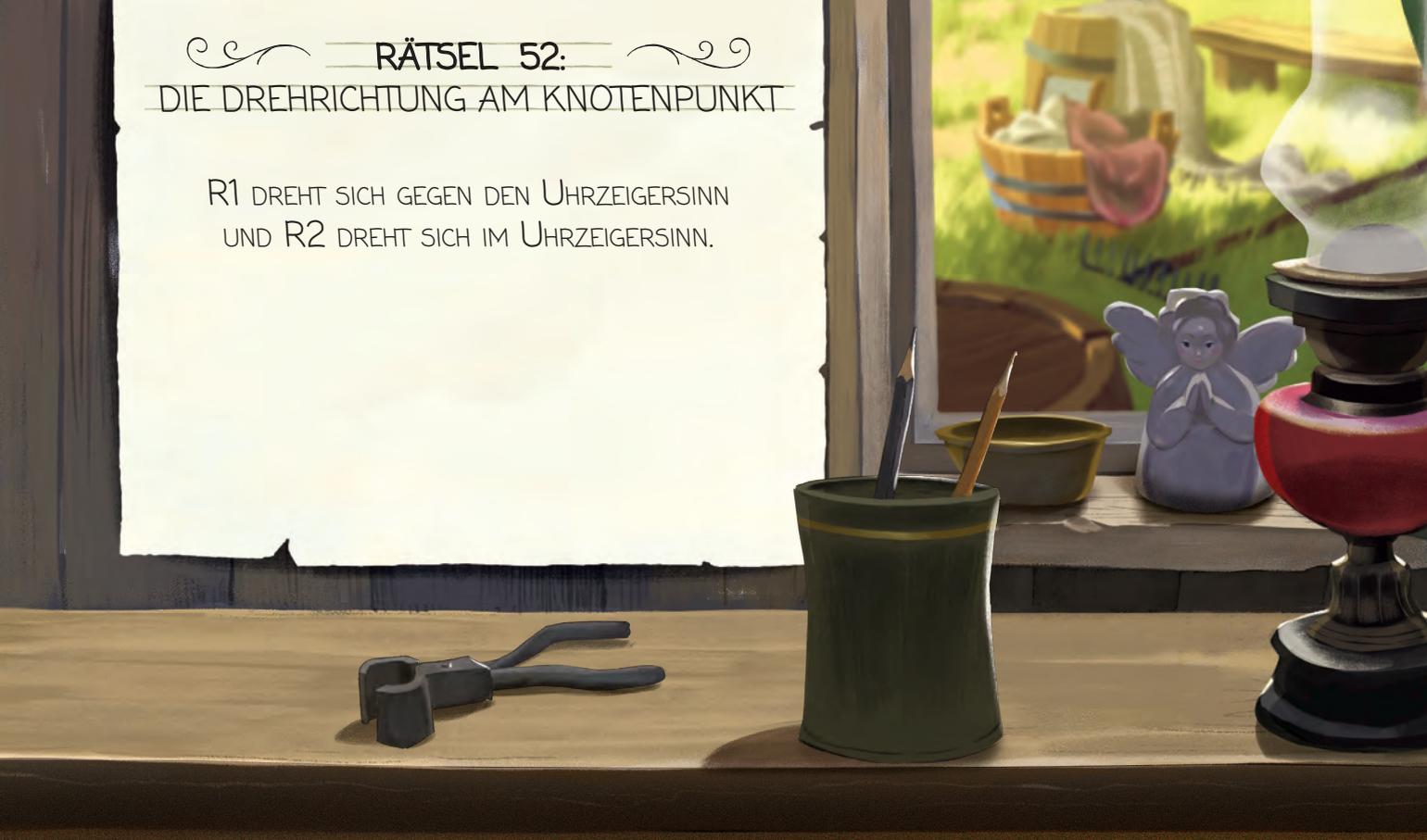


Schau dir zuerst das Bild an und finde das Kettenrad, auf das du (mit der Batterie) Spannung legst. Folge dann den Pfeilen zu den anderen Kettenrädern. Ist der Pfeil grün, schiebt es dieses Kettenrad mit derselben Spannung. Ist der Pfeil rot, schiebt es das Kettenrad mit der entgegengesetzten Spannung.

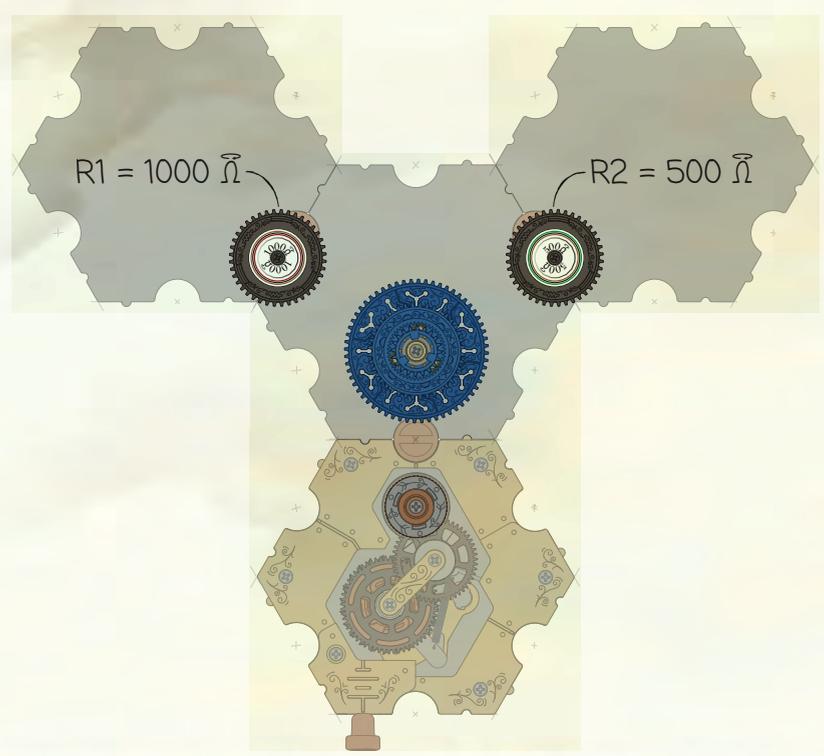
Legst du zum Beispiel Spannung auf das mittlere Kettenrad, schiebt es das untere Kettenrad in dieselbe Richtung, aber das oberste in die entgegengesetzte Richtung. Legst du Spannung auf das unterste Kettenrad, schiebt es das mittlere Kettenrad in dieselbe Richtung und das oberste Kettenrad in dieselbe Richtung.

RÄTSEL 52:
DIE DREHRICHTUNG AM KNOTENPUNKT

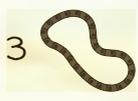
R1 DREHT SICH GEGEN DEN UHRZEIGERSINN
UND R2 DREHT SICH IM UHRZEIGERSINN.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	3 



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

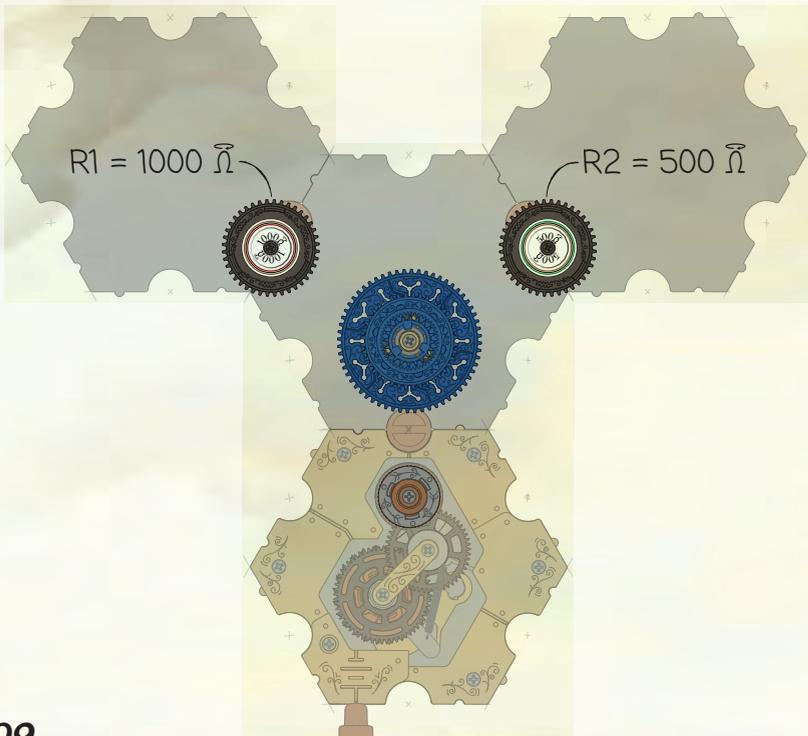
DATUM: 10. JUNI 1893

RÄTSEL 53:
DIE DREHRICHTUNG AM KNOTENPUNKT 2

R1 UND R2 DREHEN SICH BEIDE IM UHRZEIGERSINN.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	3 



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

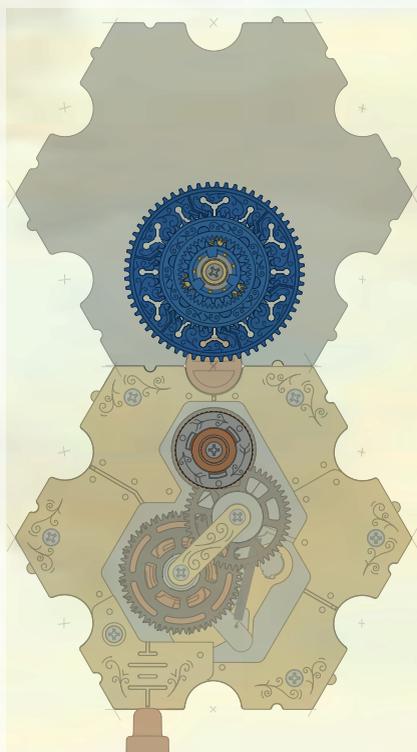
DATUM: 12. JUNI 1893

RÄTSEL 54: DER GESPERRTE SCHALTKREIS

BAUE EINEN SCHALTKREIS, DER DIE BATTERIE DARAN
HINDERT, SICH ZU DREHEN.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1



200 Ω

3



SCHWIERIGKEITSGRAD:



DATUM:

14. JUNI 1893

Einheit 17: Punktdiagramme für Knotenpunkte

Die drei Kettenräder eines Knotenpunkts sind also nicht alle gleich. Das müssen wir auch auf unseren Schaltkreis-Diagrammen irgendwie kennzeichnen.

Hier ist ein Knotenpunkt: 

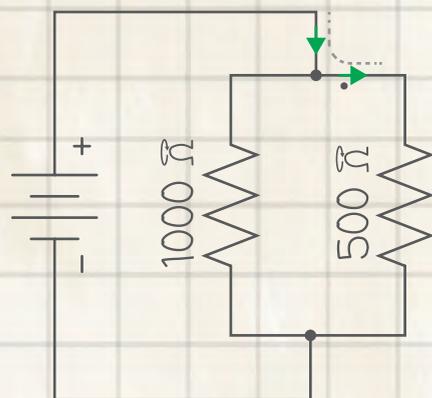
Lass uns die Kette, die über das **unterste** Kettenrad des Knotenpunkts führt, mit einem kleinen Punkt kennzeichnen, also

so:

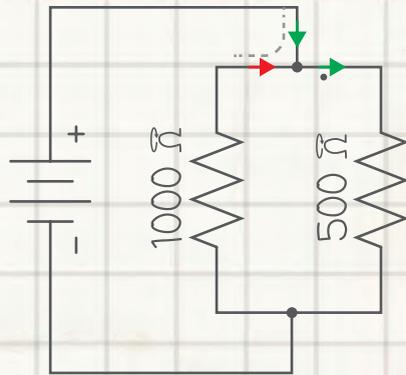


Wollen wir jetzt wissen, in welche Richtung eine Spannung an den verschiedenen Ketten schiebt, fahren wir mit dem Finger den Weg nach. Kommen wir dabei an einem Punkt vorbei, schiebt die Spannung die Kette in dieselbe Richtung. Ansonsten schiebt sie in die entgegengesetzte Richtung.

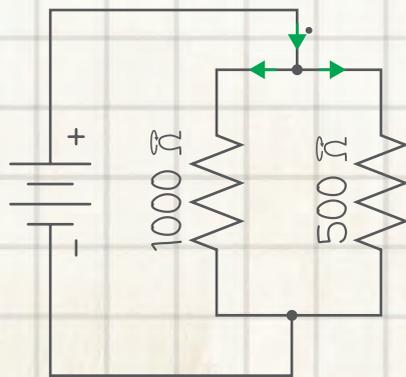
Beispiel: Folge in diesem Schaltkreis mit deinem Finger dem Weg nach rechts. Du kommst an einem Punkt vorbei, also schiebt die Spannung in dieselbe Richtung.



Folge nun dem Weg nach links.
Hier kommst du an keinem Punkt
vorbei, also schiebt die Spannung
in die entgegengesetzte Richtung.



Dieser Schaltkreis ähnelt dem
vorigen, nur dass die Batterie über
das untere Kettenrad verbunden
ist. Nun kommst du über beide
Wege an einem Punkt vorbei, also
schiebt die Spannung auf beiden
Wegen in dieselbe Richtung.

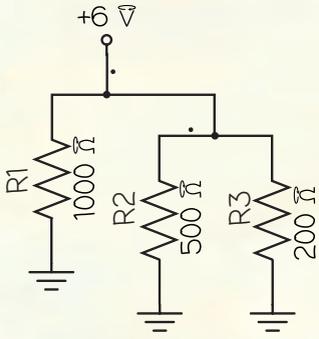


Ist dir aufgefallen, dass ich am Weg zurück keine Punkte mehr
gezeichnet habe? Ich könnte sie zeichnen, aber das ist nicht
notwendig.

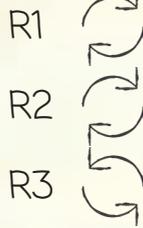
Lass uns das mal ausprobieren ...

RÄTSEL 55: PUNKTDIAGRAMME FÜR KNOTENPUNKTE 1

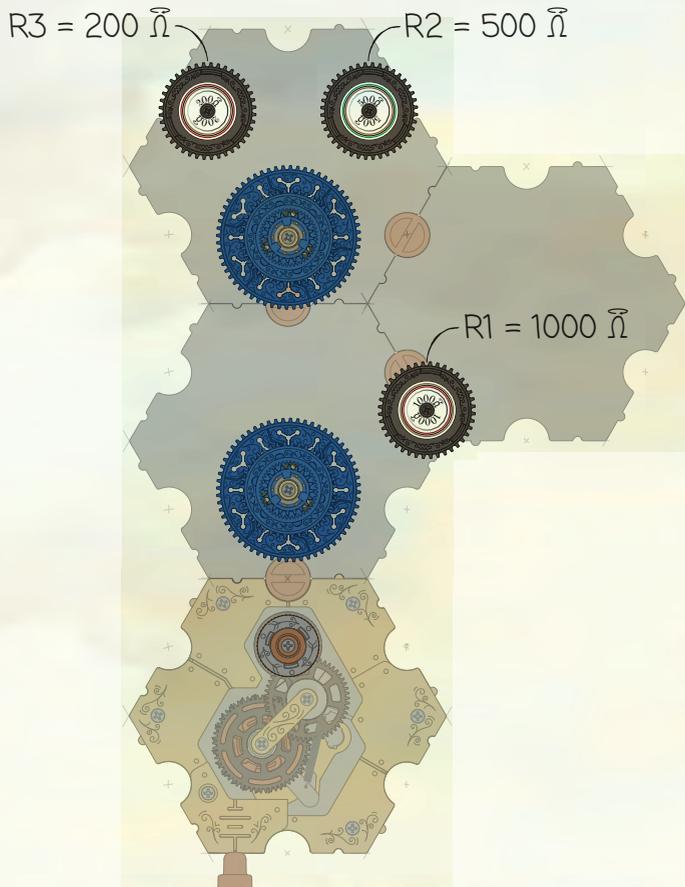
BAUE DEN FOLGENDEN SCHALTKREIS:



IST ER RICHTIG, DREHT SICH:



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	5



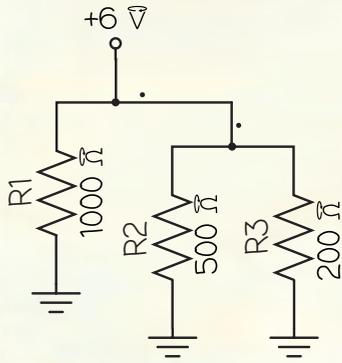
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆

DATUM: 16. JUNI 1893

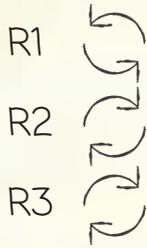
RÄTSEL 56:

PUNKTDIAGRAMME FÜR KNOTENPUNKTE 2

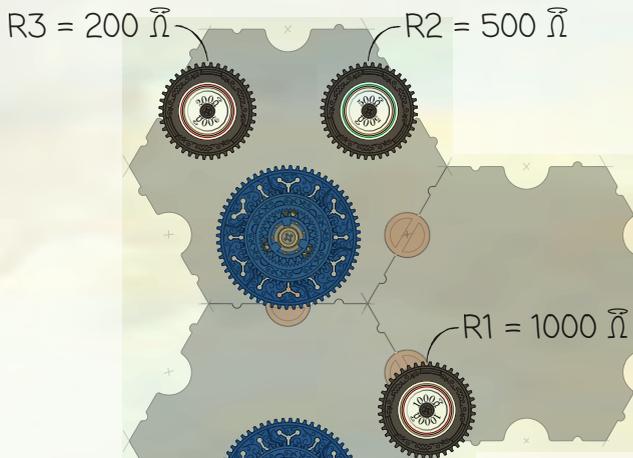
BAUE DEN FOLGENDEN SCHALTKEIS:



IST ER RICHTIG, DREHT SICH:



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	5

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

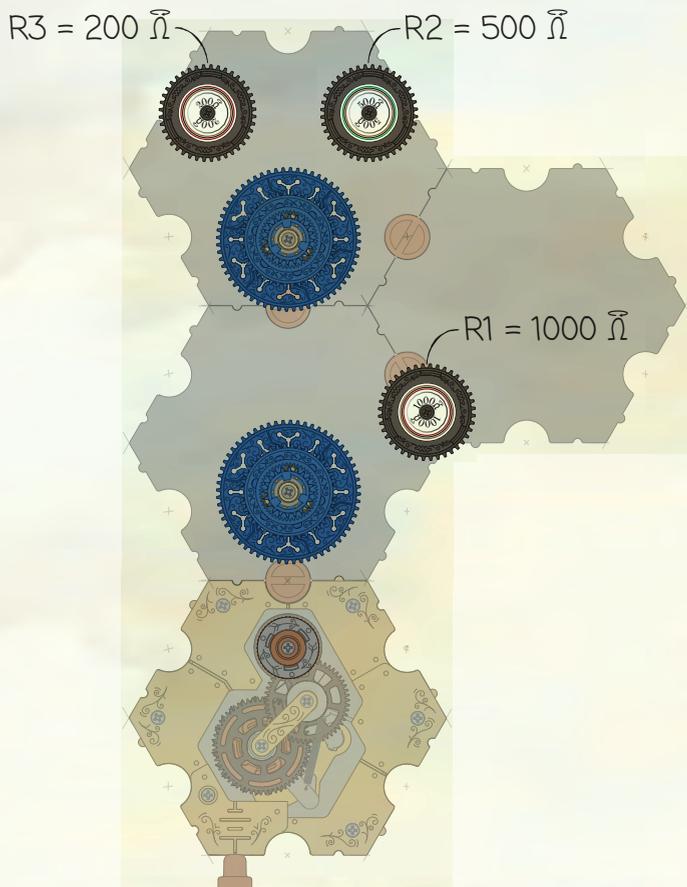
DATUM: 16. JUNI 1893

RÄTSEL 57: ALLE IN EINE RICHTUNG

BAUE EINEN SCHALTKREIS, IN DEM ALLE DREI
WIDERSTÄNDE PARALLEL LAUFEN UND SICH ALLE
IM UHRZEIGERSINN DREHEN.

Ein Schalter?!? Ach ja! Manchmal
muss ich einen Schalter AN lassen,
um Ebenen zu wechseln.

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

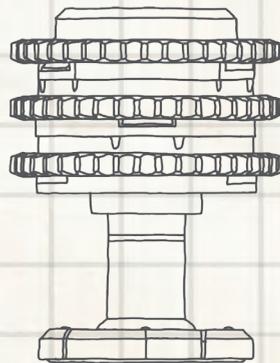
	6 
1 	

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆

DATUM: 20. JUNI 1893

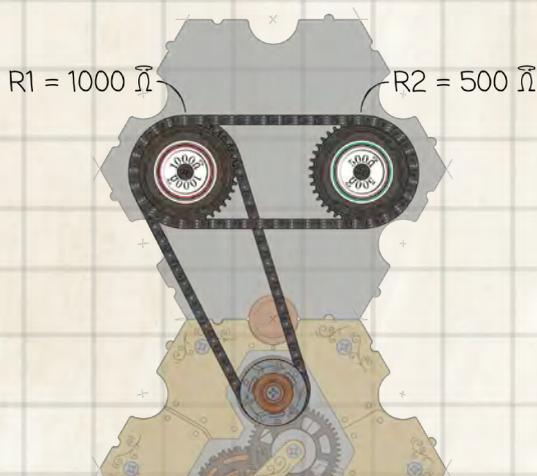
Einheit 18: Spintronic-Kopplung

Die meisten Spintronic-Bauelemente haben drei Kettenräder, die miteinander verbunden sind. Ein Beispiel ist der Widerstand. Seine drei Kettenräder sind miteinander verbunden: Bewegt sich eines, bewegen sich alle. Ketten, die über miteinander verbundene Kettenräder laufen, nennen wir „gekoppelt“.

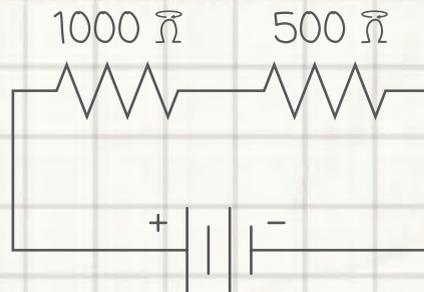


Das mag jetzt nicht so wichtig klingen, doch in der Elektronik gibt es das nicht und Kopplungen sind etwas Großartiges. Am Ende wirst du verstehen, warum.

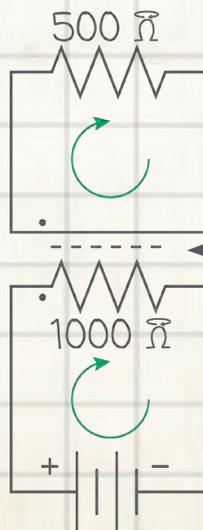
Lass uns zuerst herausfinden, wie man „gekoppelte“ Ketten zeichnet. Hier ist eine Reihenschaltung mit zwei Widerständen:



Und so zeichnen wir das Schaltkreisdiagramm für diesen Schaltkreis:



Rein technisch gesehen ist es jedoch so richtig:



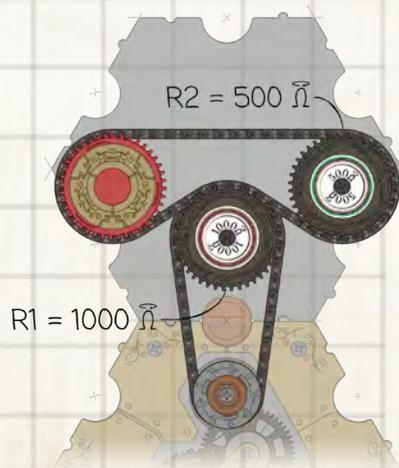
Gekoppelte Ketten werden mit einer gestrichelten Linie zwischen dem Bauelement und der Schleife, mit der es gekoppelt ist, eingezeichnet. In diesem Bild zeigen dir die grünen Pfeile die Richtung an, in die der Strom in jeder Schleife fließt.

Die oberste Kettenschleife dreht sich, da sie mit der unteren Kettenschleife am $1000\ \Omega$ Widerstand „gekoppelt“ ist. Diese gestrichelte Linie zwischen dem $1000\ \Omega$ Widerstand und der oberen Schleife sagt uns, dass beide Schleifen über diesen Widerstand laufen. Das heißt natürlich, dass die Stromstärke in jeder Schleife gleich hoch sein muss.

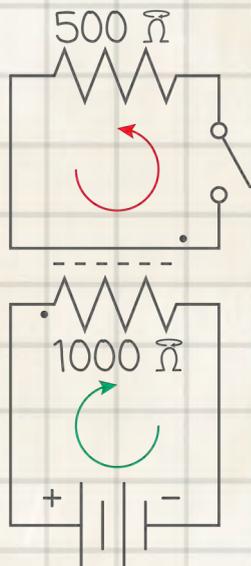
Siehst du die beiden Punkte neben der Kopplung? Da sich beide am selben Ende der Kopplung befinden, wissen wir, dass sich beide Ketten in dieselbe Richtung (im Uhrzeigersinn) um den Widerstand drehen.

Wahrscheinlich denkst du jetzt: „Bist du verrückt? Warum zeichnen wir das nicht so, wie im ersten Diagramm? Das ist doch **viiiell** einfacher!“ Ja, stimmt schon, in diesem Fall ist das erste Diagramm viel einfacher und du **kannst** es so zeichnen, aber **manchmal** ist es **wichtig**, die **Kopplung** einzuzichnen.

Hier sind zum Beispiel zwei Schleifen **entgegengesetzt** gekoppelt. Der positive Strom, der auf der unteren Schleife über den Widerstand fließt, wird zum **negativen** Strom auf der obersten Schleife.

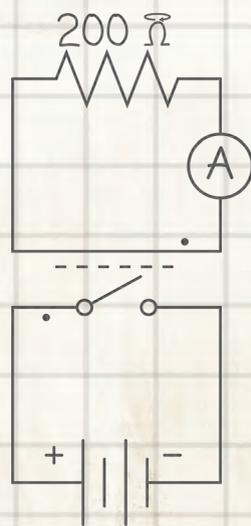


Das dazugehörige Schaltkreis-Diagramm sieht so aus:



Die zwei Punkte sind am jeweils anderen Ende eingezeichnet und zeigen damit die **entgegengesetzte** Kopplung an.

Eine Sache noch: Du kannst Schaltkreisschleifen auch an anderen Bauelementen koppeln. Also nicht nur an Widerständen, sondern auch an Strommessgeräten, Schaltern, Kondensatoren und sogar der Batterie. Hier sind zwei Schaltkreisschleifen an einem Schalter entgegengesetzt gekoppelt:



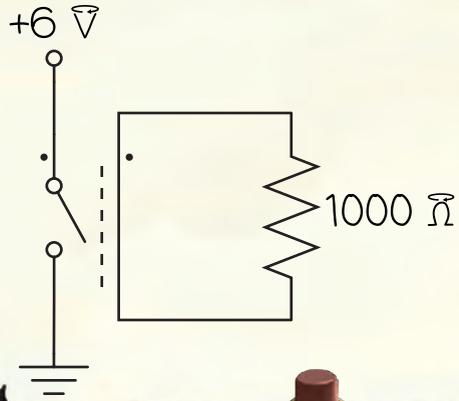
Es gibt nur ein Bauelement, an dem du Schleifen nicht direkt koppeln kannst, und das ist der Knotenpunkt. Der hat nämlich keine miteinander verbundenen Kettenräder. Bei Bedarf kannst du den Knotenpunkt aber jederzeit mit einem anderen Bauelement (wie einem Schalter) verbinden und stattdessen an diesem Schleifen koppeln.

Aber genug geredet: Höchste Zeit, es auszuprobieren!

RÄTSEL 58:

KOPPLUNGSDIAGRAMME 1

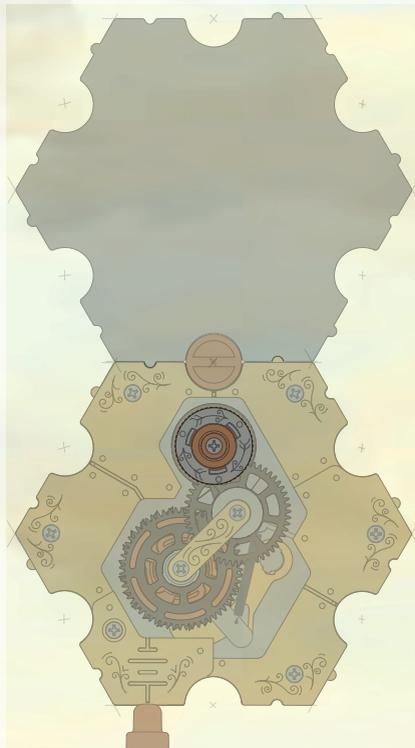
BAUE DEN FOLGENDEN SCHALTkreis:



(L)



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE



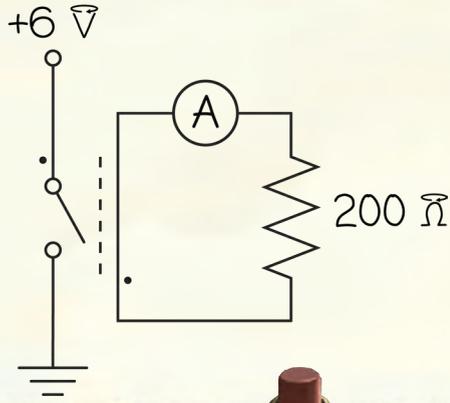
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 30. JUNI 1893

RÄTSEL 59:

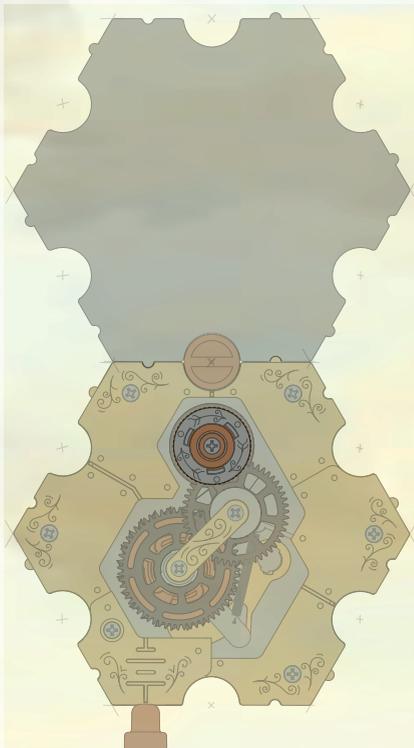
KOPPLUNGSDIAGRAMME 2

BAUE DEN FOLGENDEN SCHALTKREIS:



(L)

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	200 Ω	2	
1			
1			

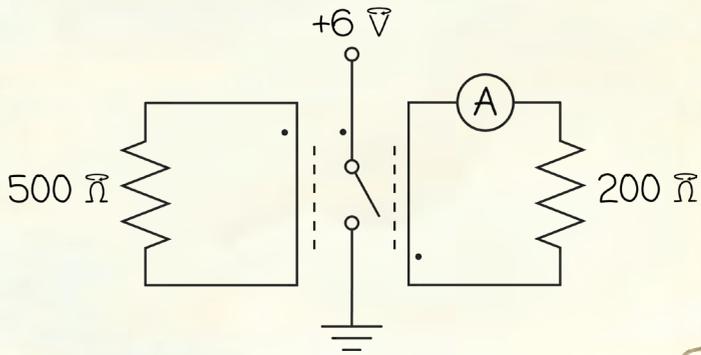
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 4. JULI 1893

RÄTSEL 60:

KOPPLUNGSDIAGRAMME 3

BAUE DEN FOLGENDEN SCHALTKREIS:



Wow, dieser Schalter koppelt drei unterschiedliche Schleifen!



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	 500 Ω	2	
1	 200 Ω		
1			

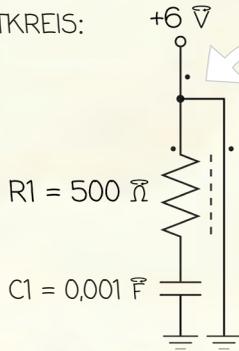
SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★★★★

DATUM: 7. JULI 1893

RÄTSEL 61:

DER SPANNUNGSVERDOPPLER

LEITE +12 V DURCH DEN KONDENSATOR C1. DAS BRINGT DEN SPANNUNGSMESSER AN SEIN LIMIT. BAUE DAZU DIESEN SCHALTKREIS:

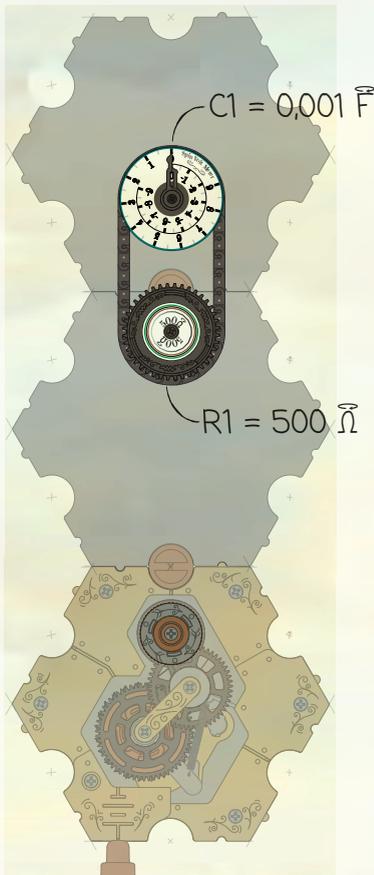


(L)

Knifflig! Sieht so aus, als werden zwei Schleifen vom Knotenpunkt mit R1 verbunden.

Interessant. Beide Schleifen werden R1 schieben und da beide mit 6 V schieben, schieben sie insgesamt mit ...

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	3 
1 	

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 12. JULI 1893

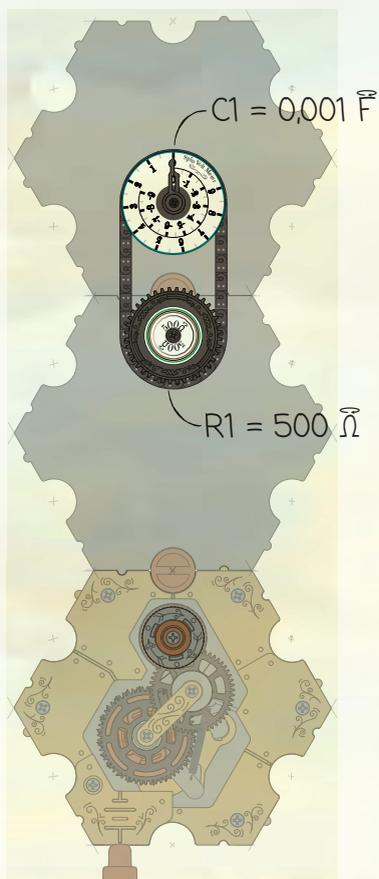
RÄTSEL 62: DER SPANNUNGSHALBIERER

LEITE +3 V DURCH C1.

Das ist im Grunde einfach
das Gegenteil des letzten
Schaltkreises!

(L)

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	3 
1 	

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM: 20. JULI 1893

RÄTSEL 63:

DER SPANNUNGSVERVIERFACHER

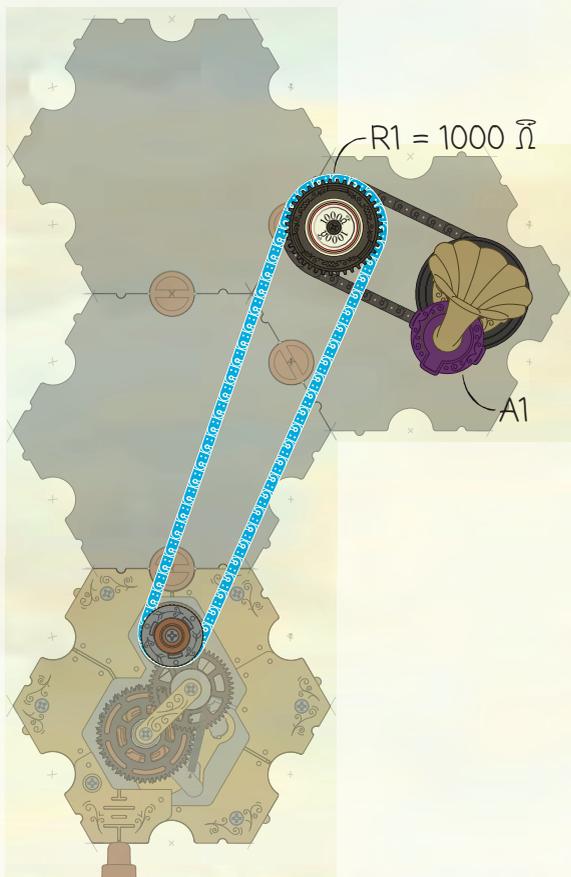
VERÄNDERE DEN SCHALTKREIS SO, DASS SICH DAS STROMMESSGERÄT A1 VIER MAL SO SCHNELL DREHT.

(DENK DARAN, DASS DU MIT EINEM SCHALTER AUF „AN“ SCHLEIFEN KOPPELN ODER EBENEN WECHSELN KANNST.)

Ich werd verrückt! Das ist ganz schön viel Spannung! Du musst wahrscheinlich Bauteile festhalten, damit sie sich nicht wegbewegen oder umfallen.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	5	
1		
2		



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆

DATUM: 27. JULI 1893

RÄTSEL 64:

DER SPANNUNGSVERDREIFACHER

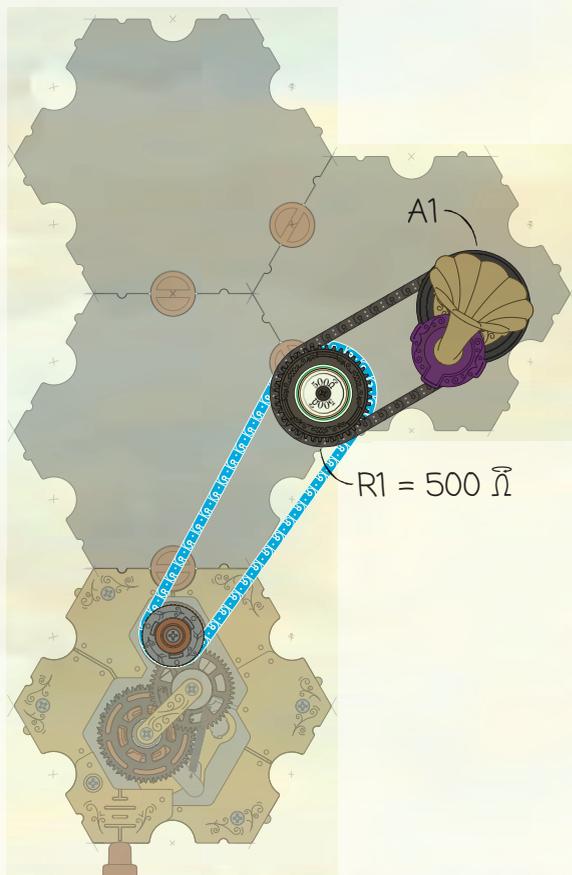
VERÄNDERE DEN SCHALTKREIS SO,
DASS SICH DAS STROMMESSGERÄT
A1 DREI MAL SO SCHNELL DREHT.



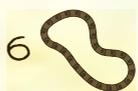
(L)



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	6 
2 	
2 	



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★★★★☆

DATUM: 3. AUGUST 1893

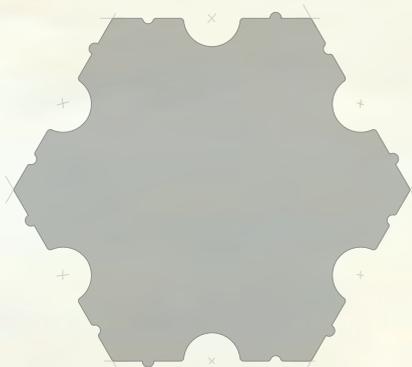
RÄTSEL 65:

DER GESPERRTE SCHALTKREIS 2

BAUE EINEN SCHALTKREIS, DER SICH ÜBERHAUPT NICHT BEWEGEN LÄSST.



STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

1	 1000 ⚙️	2	
1	 500 ⚙️		
1	 200 ⚙️		

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★☆☆☆

DATUM:

13. AUGUST 1893

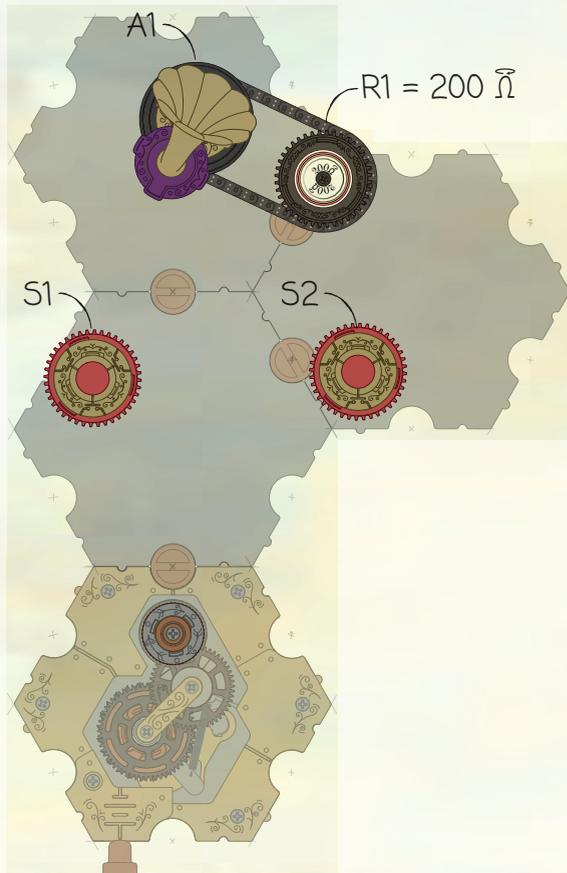
RÄTSEL 66: POLARITÄTSKNÖPFE

WENN S1 AN IST, DREHT SICH A1 IM UHRZEIGERSINN.
 WENN S2 AN IST, DREHT SICH A1 GEGEN DEN
 UHRZEIGERSINN. (WAS PASSIERT, WENN BEIDE AN
 SIND, SEHEN WIR UNS SPÄTER AN.)



(L)

STARTAUFSTELLUNG



VERFÜGBARE BAUELEMENTE

	6
2	

SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★★★★☆

DATUM: 20. AUGUST 1893

RÄTSEL 67: DER POLARITÄTSKNOPF

IST S1 AUS, DREHT SICH A1 IM
UHRZEIGERSINN. IST S1 AN, DREHT SICH A1
GEGEN DEN UHRZEIGERSINN.



STARTAUFSTELLUNG

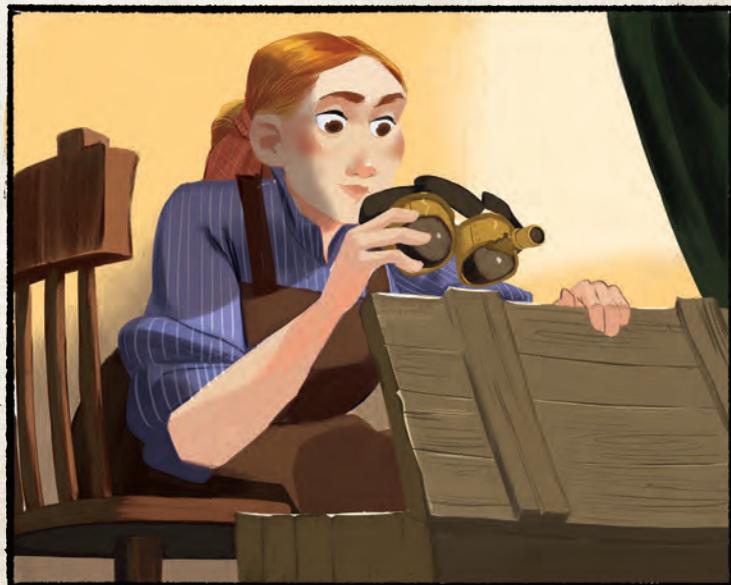


VERFÜGBARE BAUELEMENTE



SCHWIERIGKEITSGRAD: ★★★★★

DATUM: 28. AUGUST 1893





Was? Was macht Mama in der Scheune?



Hallo, mein Sonnenschein! Wie war es in der Schule?

Mama, was machst du da?

Ich habe dich schon eine Ewigkeit nicht mehr mit deinen Uhrmacherwerkzeugen gesehen.



Ich habe den Brunnen von Bürgermeister Joe viel zu oft schon repariert und er kann das Wasser kaum mehr tragen.

Das sollte helfen.

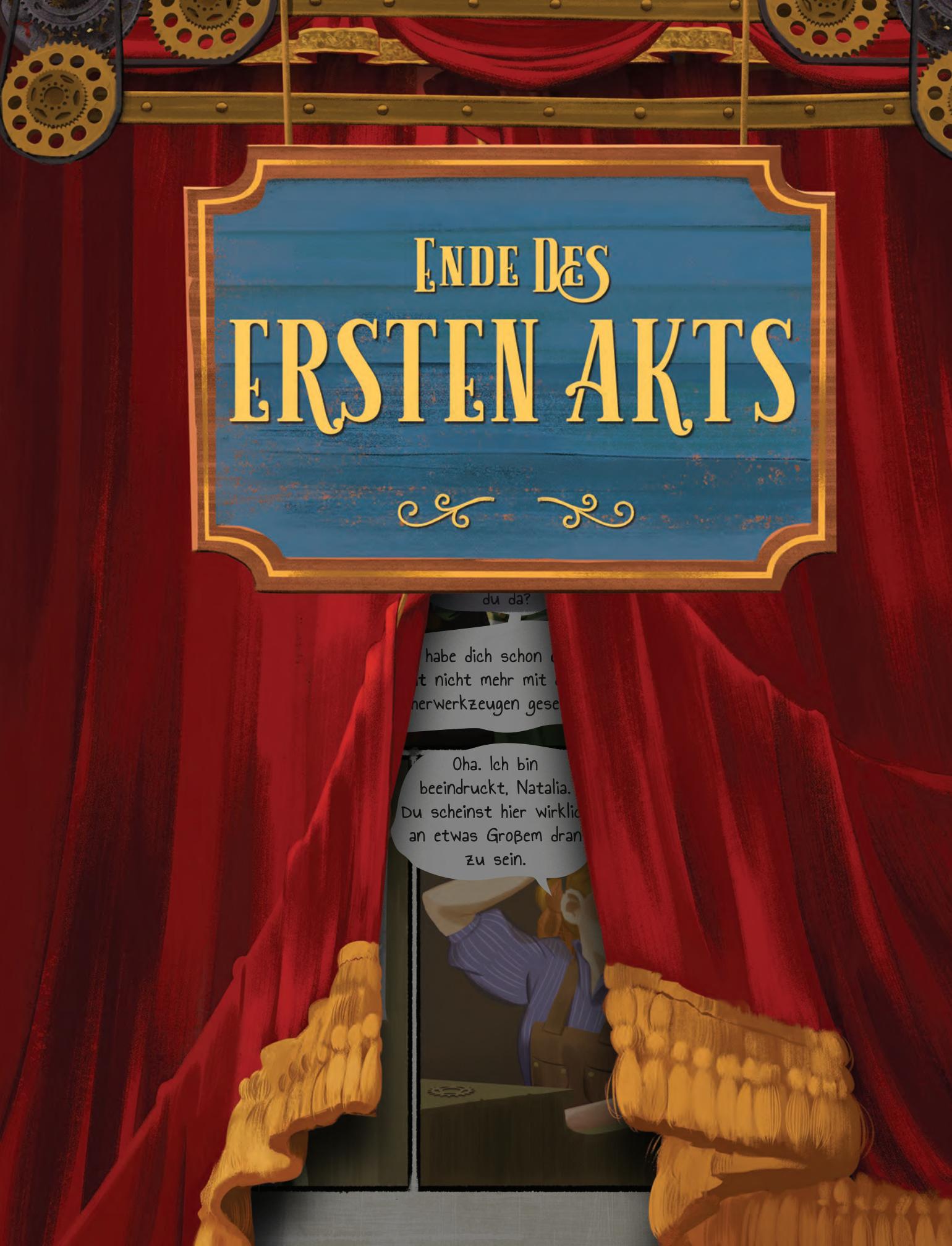


Wie bitte! Du verwendest ja mein Spintronics!



Oha. Ich bin beeindruckt, Natalia. Du scheinst hier wirklich an etwas Großem dran zu sein.

Oh, Mama, können wir ein paar Knotenpunkte an der Energiequelle hinzufügen? Ich möchte ein bisschen was von dieser Energie später noch nutzen. Ich zeig's dir.



ENDE DES ERSTEN AKTS

du da?

habe dich schon
t nicht mehr mit
nerwerkzeugen gese

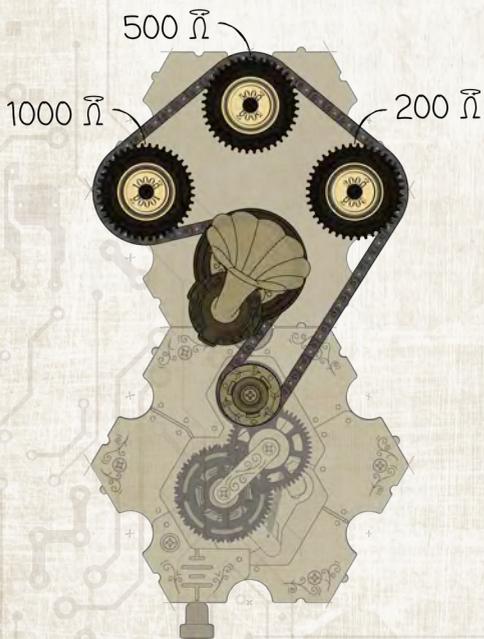
Oha. Ich bin
beeindruckt, Natalia.
Du scheinst hier wirklich
an etwas Großem dran
zu sein.

AUSGEWÄHLTE LÖSUNGEN

In diesem Abschnitt findest du Lösungen für einige der Rätsel. Die restlichen Lösungen findest du online unter www.spintronics.com/solutions. Denk daran: Jede Lösung könnte nur eine von *vielen* sein.



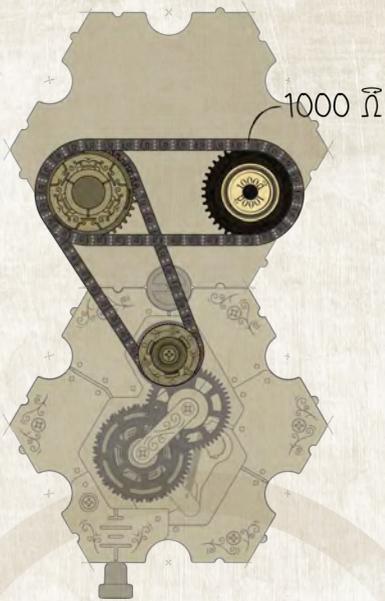
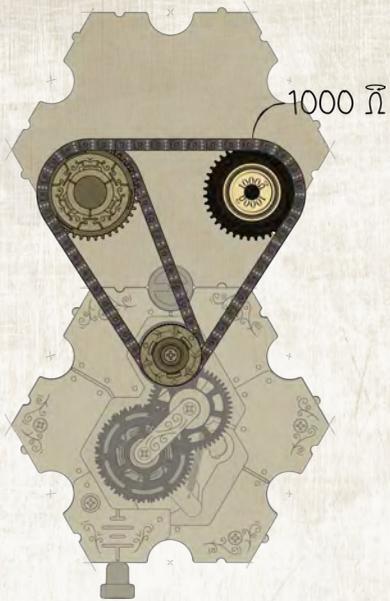
RÄTSEL 12



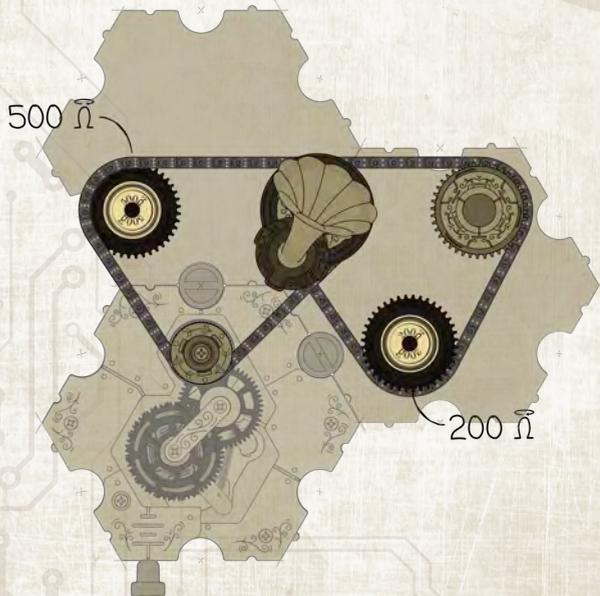
RÄTSEL 13



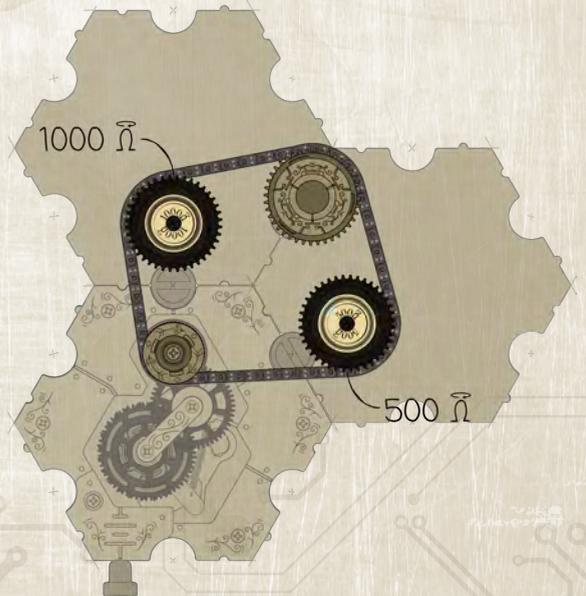
RÄTSEL 14



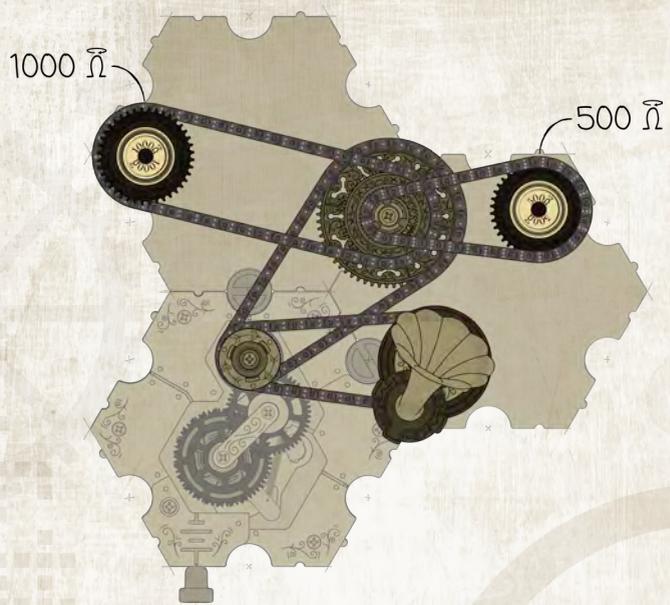
RÄTSEL 15



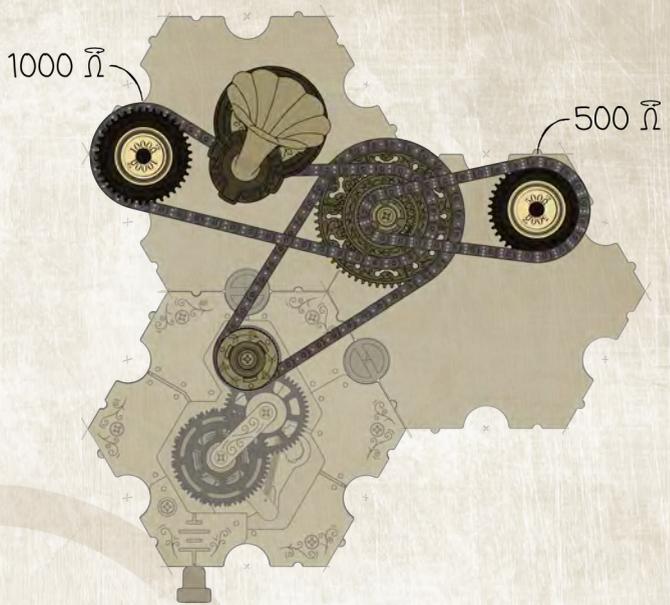
RÄTSEL 16



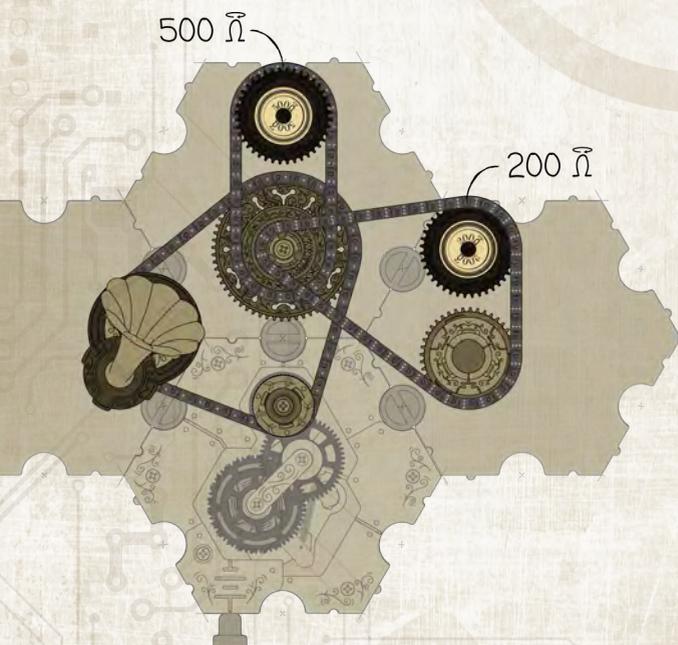
RÄTSEL 20



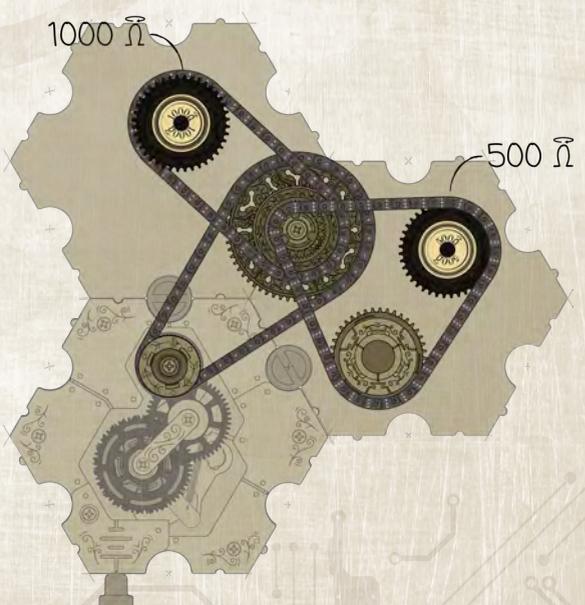
RÄTSEL 21



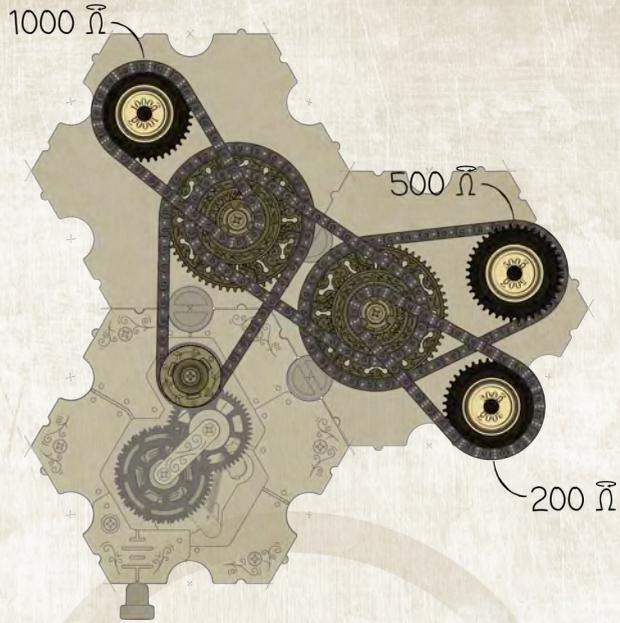
RÄTSEL 23



RÄTSEL 25



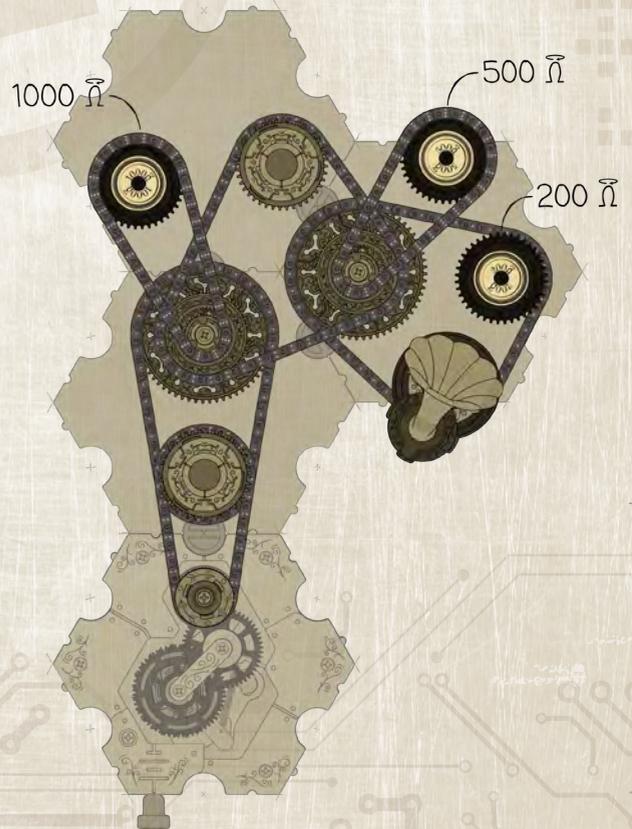
RÄTSEL 26



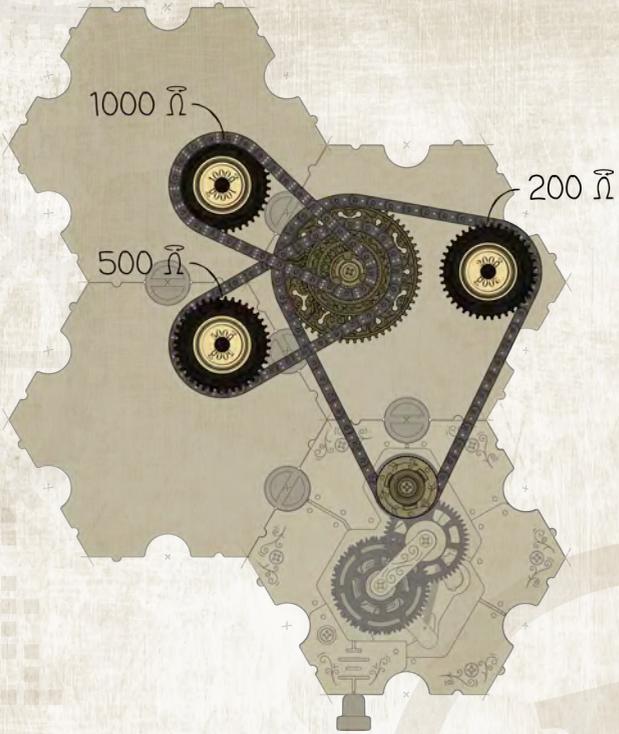
RÄTSEL 27



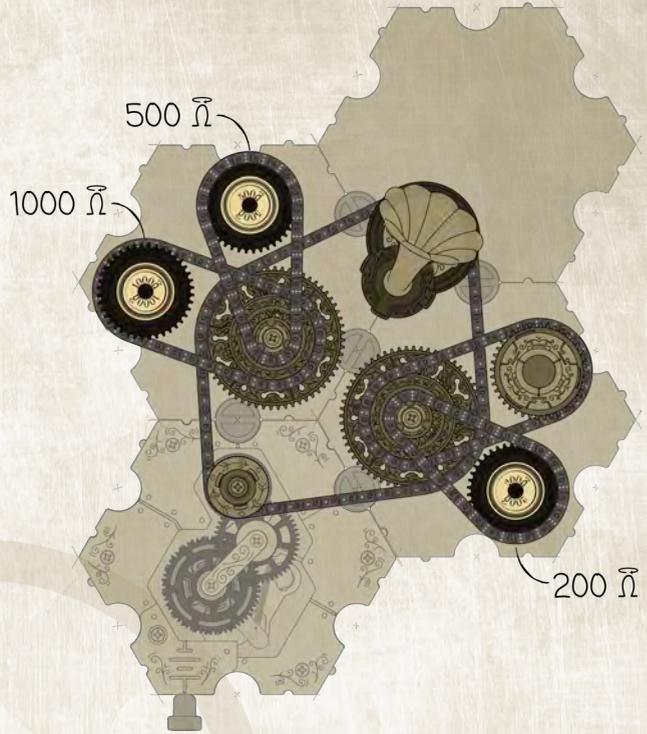
RÄTSEL 28



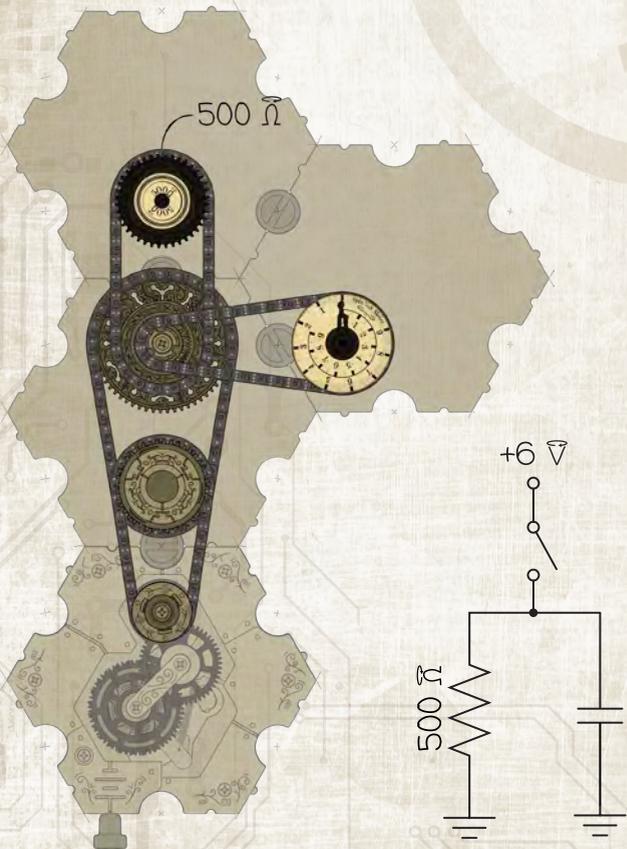
RÄTSEL 29



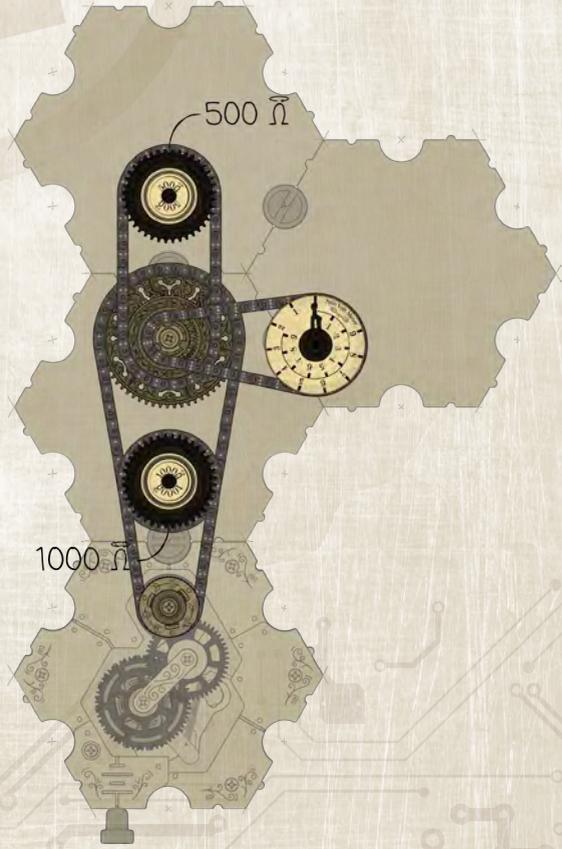
RÄTSEL 30



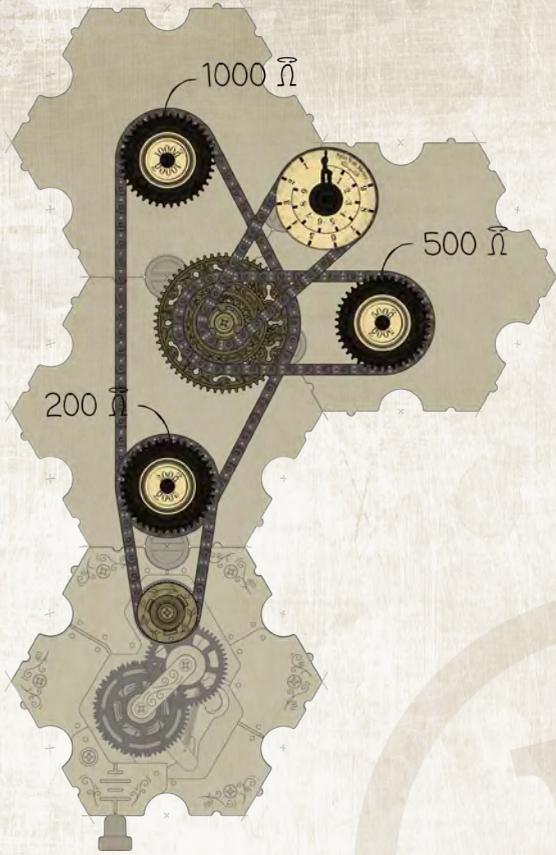
RÄTSEL 39



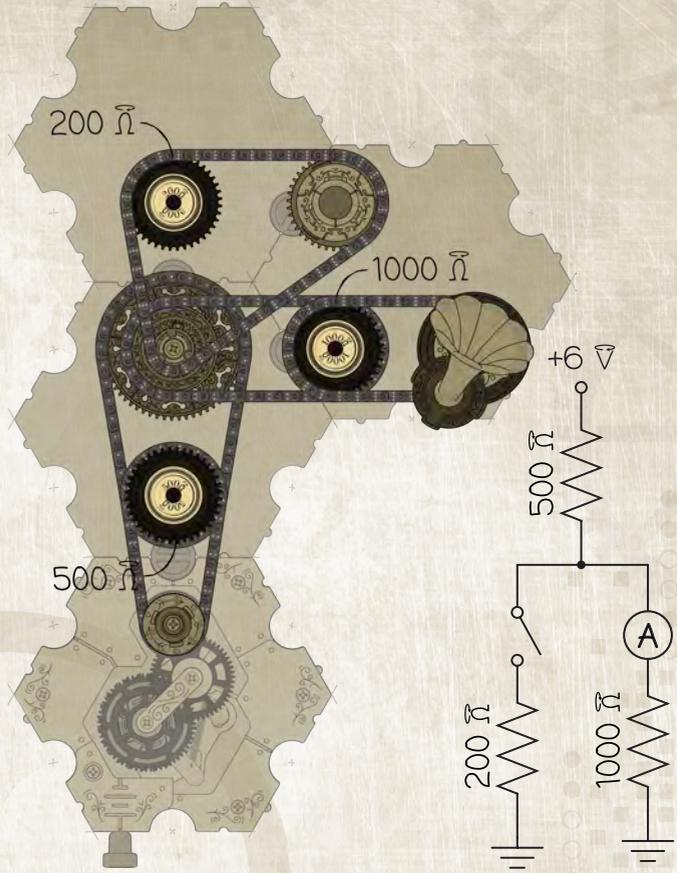
RÄTSEL 45



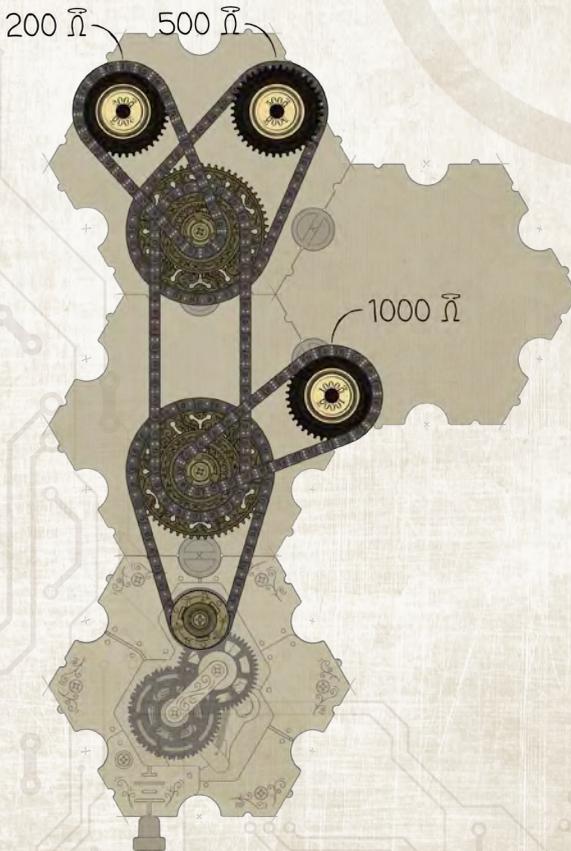
RÄTSEL 47



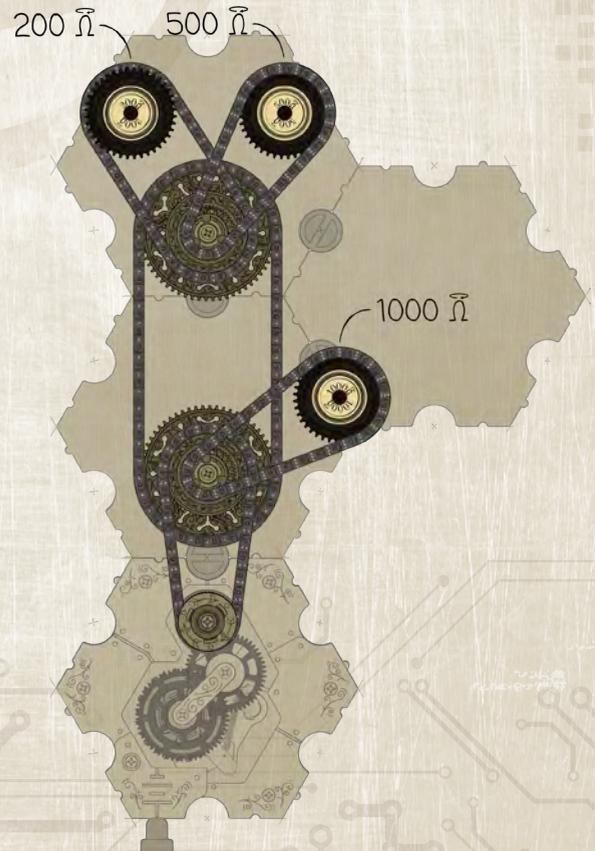
RÄTSEL 51



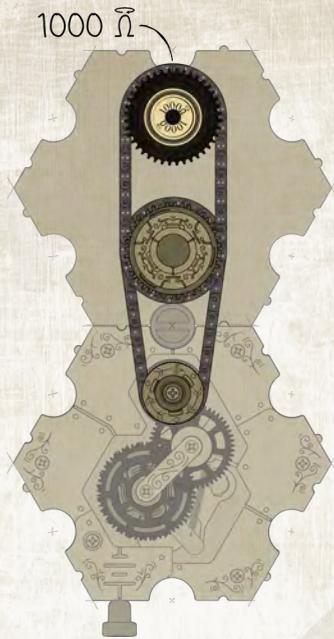
RÄTSEL 55



RÄTSEL 56



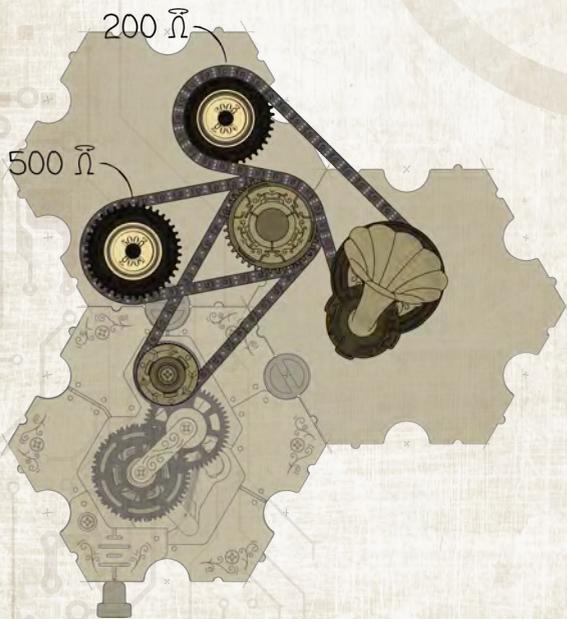
RÄTSEL 58



RÄTSEL 59



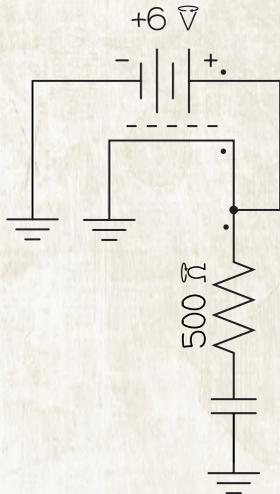
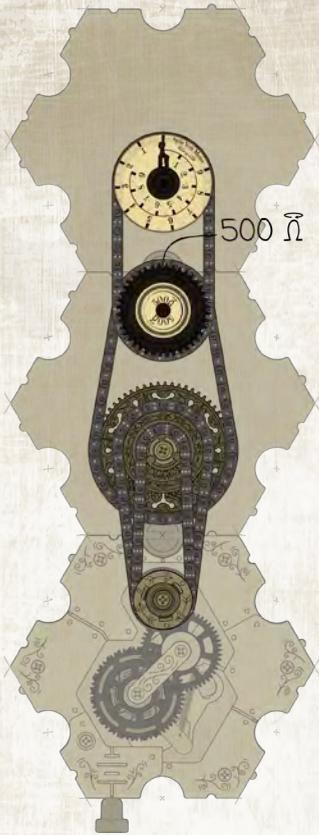
RÄTSEL 60



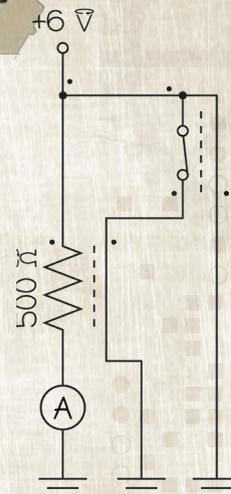
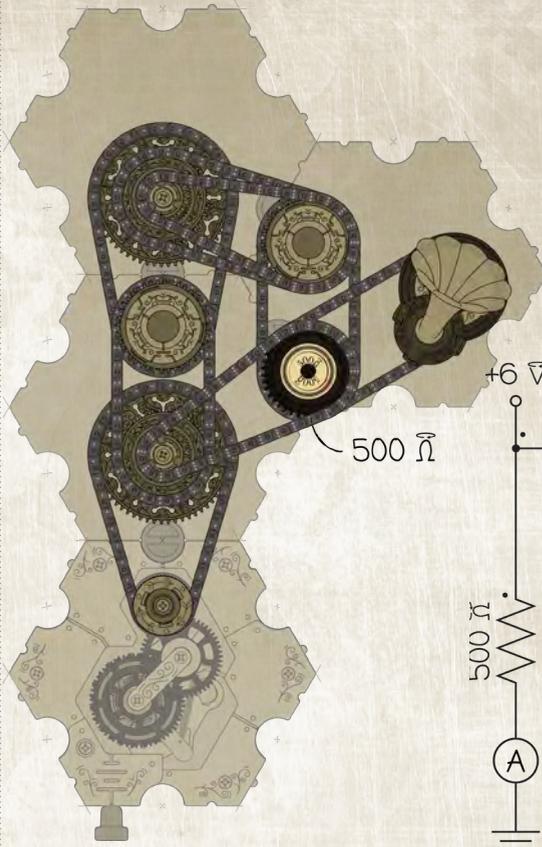
RÄTSEL 61



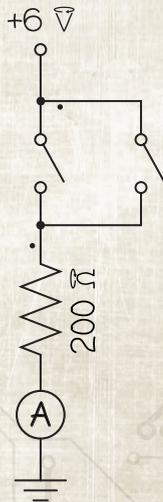
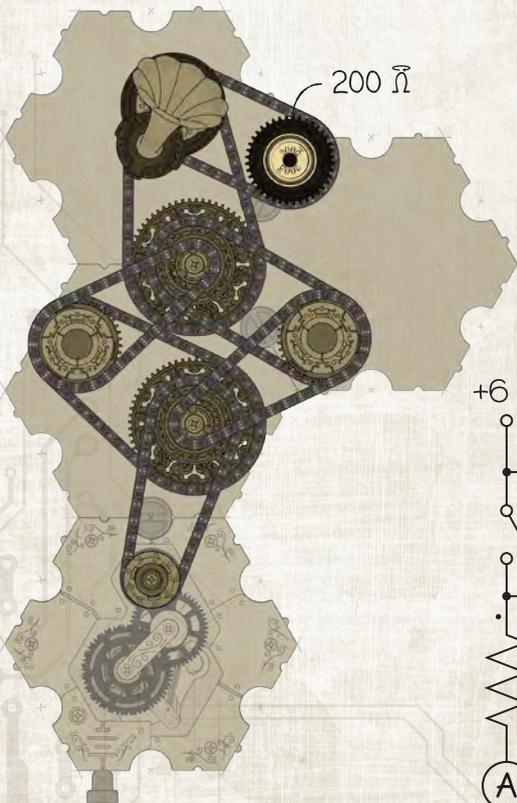
RÄTSEL 62



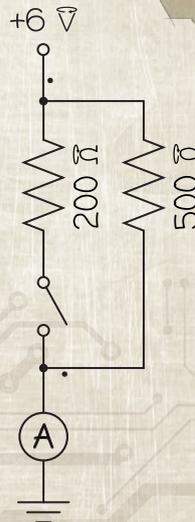
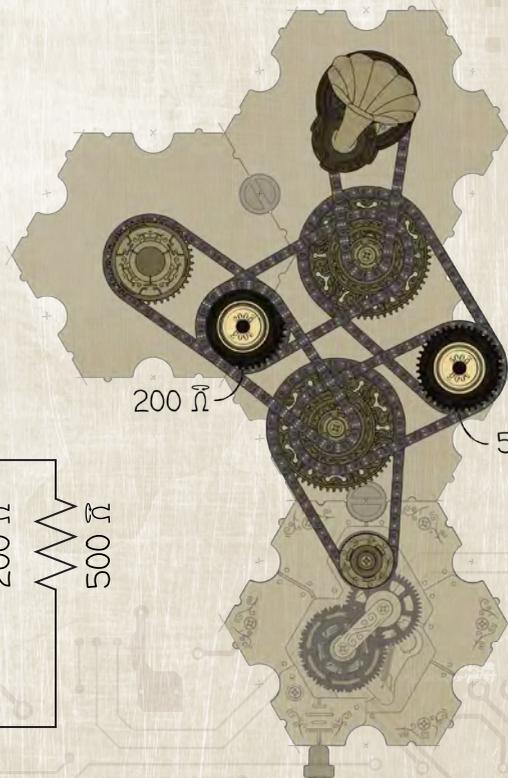
RÄTSEL 64



RÄTSEL 66



RÄTSEL 67





8 68605 00170 5