

# Modell eines Schwungradspeicherkraftwerks



Willkommen zum Modellversuch des Schwungradspeicherkraftwerks!  
Ich bin Twister und werde Sie durch das Experiment führen. In unseren Kraftwerken wird die elektrische Energie in Form von Rotationsbewegung kurzzeitig zwischengespeichert. Wie das genau funktioniert, werden Sie im Experiment erfahren.



**Schauen** Sie sich bitte zunächst nur das Video 1 des Experiments an.



Zu Beginn des Videos werden zwei Größen gemessen.

**Notieren** Sie diese!

$$P_{Motor} = \underline{3,58 \text{ W} = 3,6 \text{ W}}$$

$$T_{min} = \underline{0,432 \text{ s}}$$

$P_{Motor}$  und  $T_{min}$  werden zu Beginn gemessen, um später das Schwungrad auf die gleiche Geschwindigkeit zu beschleunigen.



**Frage:** Warum muss der Motor weiterhin eine Leistung erbringen, obwohl sich die Drehgeschwindigkeit des Rades nicht weiter erhöht?

**Erläutern** Sie!

Der Motor muss den Reibungswiderstand des Rades kompensieren. Diese Leistung muss vom Motor ständig erbracht werden.

Nach einiger Zeit ist die vom Motor erbrachte Leistung konstant. Da sie sich auf einem Minimum befindet, kann man auch schreiben  $P_{Motor} = P_{min}$ .

Der Theorie zufolge wird bei einem Schwungradspeicher elektrische Energie in Form von mechanischer Energie zwischengespeichert. Später wird diese wieder zurück in die ursprüngliche Form umgewandelt.

Welches physikalische Gesetz beschreibt diesen Vorgang?

**Kreuzen** Sie an!

- Impulserhaltungssatz    Energieerhaltungssatz    Bewegungserhaltungssatz



Kann beim Abbremsen des Schwungrades elektrische Energie gewonnen werden?



**Schauen** Sie sich bitte die Videos 2 und 3 des Experiments an.



**Notieren** Sie die gemessenen Zeiten t!

ohne elektrischen Widerstand (Video 2)	mit elektrischem Widerstand (Video 3)
t = 69 s	t = 65 s

**Vergleichen** Sie die beiden Werte miteinander! Was können Sie feststellen?

Mit elektrischem Widerstand ist die Zeit kürzer.

**Begründen** Sie, wie dieser Unterschied zustande kommen könnte!

Mit dem elektrischen Widerstand muss ein Teil der Rotationsenergie des Rades zusätzlich in elektrische Energie umgewandelt werden.

**Schlussfolgern** Sie aus Ihren Beobachtungen:

Kann beim Abbremsen elektrische Energie gewonnen werden?

**Kreuzen** Sie an!

ja

nein

Welchen Einfluss hat die Anordnung der Massen auf die im Schwungrad gespeicherte Energie?



### Berechnung der Rotationsenergie

**Definieren** Sie kurz die physikalische Größe *Rotationsenergie*!

Wenn nötig, kann hier auch recherchiert werden.

Die Rotationsenergie ist die kinetische Energie eines starren Körpers (im Experiment: das Rad), welcher sich um einen festen Drehpunkt bewegt.



**Schauen** Sie sich bitte die Videos 4 und 5 des Experiments an.



**Notieren** Sie die Messwerte in der nachfolgenden Tabelle!

	Massen in der Mitte	Massen außen
	$P_{min} = 3,45 \text{ W}$	$P_{min} = 3,50 \text{ W}$
	$T_{min} = 0,459 \text{ s}$	$T_{min} = 0,560 \text{ s}$
Beschleunigen	$t = 143 \text{ s}$	$t = 159 \text{ s}$
Abbremsen	$t = 66 \text{ s}$	$t = 77 \text{ s}$

**Vergleichen** Sie die Zeiten zum Beschleunigen und Abbremsen mit den Massen in der Mitte und außen miteinander!

Die Zeiten mit den Massen außen sind größer.

**Notieren** Sie die vom Motor aufgewandte Arbeit, um das Schwungrad auf die maximale Geschwindigkeit zu beschleunigen!

Massen in der Mitte	Massen außen
$W_{Motor} = 590 \text{ J}$	$W_{Motor} = 660 \text{ J}$

**Tipp:** Im Versuchsaufbau wird die momentane Leistung gemessen. Die vom Motor aufgewandte Arbeit lässt sich durch Integration bestimmen (Fläche unter der Leistungskurve).  
Zur Erinnerung:  $W = P \cdot t$



**Vergleichen** Sie die vom Motor jeweils aufgewandte Arbeit miteinander!

**Erläutern** Sie Ihr Ergebnis!

Mit den Massen außen muss der Motor mehr Arbeit verrichten.



Nun haben Sie alle nötigen Messwerte notiert und können die Rotationsenergie berechnen.

## Berechnung der Rotationsenergie:

Tipp:  $W_{\text{Reibung}} = P_{\text{min}} \cdot t_{\text{beschl}}$



**Stellen** Sie die Energiebilanzgleichung auf!

**Berechnen** Sie daraus die Rotationsenergie!

Massen in der Mitte:

$$E_{\text{rot}} = W_{\text{Motor}} - W_{\text{Reibung}} = W_{\text{Motor}} - \overbrace{P_{\text{min}} \cdot t_{\text{beschl}}} = 97 \text{ J}$$

Massen außen:

$$E_{\text{rot}} = W_{\text{Motor}} - W_{\text{Reibung}} = W_{\text{Motor}} - \overbrace{P_{\text{min}} \cdot t_{\text{beschl}}} = 103 \text{ J}$$

**Vergleichen** Sie die beiden Rotationsenergien miteinander!

**Interpretieren** Sie Ihr Ergebnis!

Wann kann mehr Energie gespeichert werden?

Bei den Massen außen ist die Rotationsenergie größer. Je weiter außen die Massen am Schwungrad verteilt sind, desto mehr Rotationsenergie kann Zwischengespeichert werden.



Das war's mit dieser Station. Es ging ja ganz schön rund. Ich hoffe, niemandem ist bei der Bearbeitung schwindelig geworden. Jetzt wünsche ich noch viel Freude und Erfolg bei den anderen Stationen!

Hinweis: Die genauen Messwerte und Ergebnisse der Musterlösung können sich geringfügig von den eigenen unterscheiden.