

Physikalische Berechnung:

Der Einfluss des Walchenseekraftwerks auf die Erdrotation

Theoretische Abschätzung

8. September 2026

1. Einleitung und physikalisches Prinzip

Das Walchenseekraftwerk nutzt den natürlichen Höhenunterschied zwischen dem Walchensee (Oberbecken) und dem Kochensee (Unterbecken) zur Stromerzeugung. Wenn Wasser vom höher gelegenen Walchensee in den Kochensee strömt, wird eine erhebliche Wassermasse näher an das Erdzentrum beziehungsweise an die Rotationsachse der Erde verlagert.

Nach dem Prinzip der **Drehimpulserhaltung** gilt für ein abgeschlossenes System:

$$L = I \cdot \omega = \text{konstant} \quad (1)$$

wobei L der Drehimpuls, I das Trägheitsmoment und ω die Winkelgeschwindigkeit der Erde ist.

Aufgrund des sogenannten Pirouetteneffekts führt eine Verringerung des Trägheitsmoments ($\Delta I < 0$) zu einer Vergrößerung der Winkelgeschwindigkeit ($\Delta \omega > 0$) und damit zu einer minimalen Verkürzung der Tageslänge T .

2. Eingangsdaten

Aus den technischen Daten des Walchenseekraftwerks ergeben sich folgende Werte:

- **Maximales Nutzvolumen (V):** $110 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
- **Masse des Wassers (m):** $m \approx 1,1 \cdot 10^{11} \text{ kg}$ (bei einer Dichte $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)
- **Mittlere Fallhöhe (Δh):** 200 m (Höhenunterschied 801 m zu 601 m ü. NHN)
- **Geografische Breite (φ):** $47,63^\circ \text{ N}$ ($47^\circ 37' 49'' \text{ N}$)
- **Erdradius (R):** $6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$
- **Trägheitsmoment der Erde (I_E):** $8,04 \cdot 10^{37} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- **Tageslänge (T):** 86.400 s

3. Geometrische Betrachtung

Der Abstand einer Masse an der Erdoberfläche zur Rotationsachse der Erde hängt von der geografischen Breite φ ab:

$$r = R \cdot \cos(\varphi) \quad (2)$$

Wird die Masse um den Höhenunterschied Δh abgesenkt, verringert sich ihr Abstand zur Drehachse um:

$$\Delta r = \Delta h \cdot \cos(\varphi) \quad (3)$$

Eingesetzt ergibt sich für den effektiven Abstandsgewinn zur Achse:

$$\Delta r = 200 \text{ m} \cdot \cos(47,63^\circ) \approx 200 \text{ m} \cdot 0,6739 \approx 134,78 \text{ m} \quad (4)$$

4. Änderung des Trägheitsmoments (ΔI)

Das Trägheitsmoment einer einzelnen Punktmasse m im Abstand r zur Rotationsachse beträgt $I = m \cdot r^2$. Die Variation durch eine geringe Abstandsänderung Δr ist näherungsweise:

$$\Delta I \approx 2 \cdot m \cdot r \cdot \Delta r = 2 \cdot m \cdot R \cdot \cos^2(\varphi) \cdot \Delta h \quad (5)$$

Setzen wir die konkreten Zahlenwerte ein:

$$\begin{aligned} \Delta I &= 2 \cdot (1,1 \cdot 10^{11} \text{ kg}) \cdot (6,371 \cdot 10^6 \text{ m}) \cdot \cos^2(47,63^\circ) \cdot 200 \text{ m} \\ &= 2 \cdot 1,1 \cdot 10^{11} \cdot 6,371 \cdot 10^6 \cdot 0,4541 \cdot 200 \\ &\approx 1,27 \cdot 10^{20} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

5. Berechnete Änderung der Tageslänge (ΔT)

Aus dem differentiellen Zusammenhang der Drehimpulserhaltung folgt für die Änderung der Rotationsdauer:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta I}{I_E} \implies \Delta T = T \cdot \frac{\Delta I}{I_E} \quad (6)$$

Mit den Werten für die Erde und das Kraftwerk:

$$\begin{aligned} \Delta T &= 86.400 \text{ s} \cdot \frac{1,27 \cdot 10^{20} \text{ kg} \cdot \text{m}^2}{8,04 \cdot 10^{37} \text{ kg} \cdot \text{m}^2} \\ &\approx 1,36 \cdot 10^{-13} \text{ s} \end{aligned}$$

6. Fazit

Wenn der gesamte verfügbare Speicherraum von 110 Mio. m^3 aus dem Walchensee vollständig in den Kochensee abgelassen wird, beschleunigt sich die Erdrotation so, dass sich die Tageslänge um etwa:

$$\Delta T \approx 0,136 \text{ Pikosekunden} \quad (1,36 \cdot 10^{-13} \text{ s})$$

verkürzt.

Dieser Effekt ist rein physikalisch vorhanden, liegt jedoch weit unterhalb der Messgenauigkeit modernster Atomuhren und wird im Alltag von anderen geophysikalischen Einflüssen (wie Luftmassen- und Meeresströmungen) um viele Größenordnungen überdeckt.