

# SPEICHERTECHNOLOGIEN STECKBRIEF

## Schwerkraftspeicher (auf Basis von Hubkolben)

### ALLGEMEINE BESCHREIBUNG:

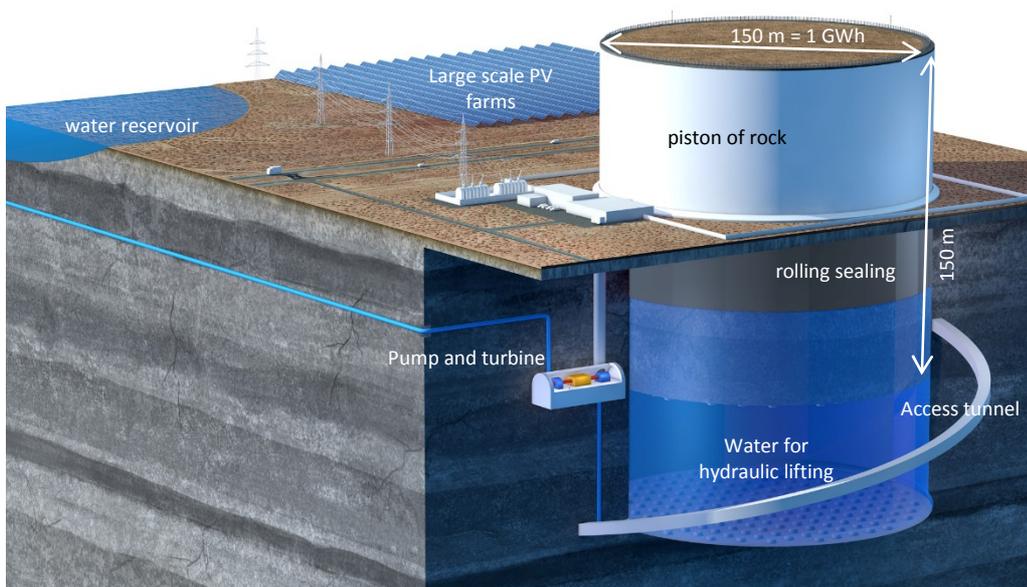
**Form der Energieaufnahme und -abgabe:** Strom zu Strom

**Kurzbeschreibung des Speicherprozesses:** Eine Masse (Fels oder Beton etc.) wird angehoben, indem unter sie Wasser gepumpt wird. Zur Ausspeicherung wird die Masse abgelassen und das Wasser mit hohem Druck über Turbinen geleitet.

Die sich in der Entwicklung befindlichen Konzepte basieren auf der Nutzung der Lageenergie, die beim Anheben einer Masse (schwerer als Wasser) gespeichert wird. Dabei wird ein künstlicher oder aus dem natürlichen Gestein freigelegter Kolben mittels eines aus Strom erzeugten Wasserdrucks angehoben und bei notwendigem Bedarf wieder abgelassen. Das Wasser wird dabei über Turbinen geleitet und mittels Generatoren Strom erzeugt.

Das Prinzip ist dem des Pumpspeichers gleich, jedoch wird nicht nur die Lageenergie des Wassers genutzt, sondern hauptsächlich die Lageenergie eines Festkörpers (in der Regel Fels). Wählt man für den Lageenergiespeicher einen Kolben mit Radius  $r$  und einer Länge  $l=2r$ , so kann dieser bis zur Höhe  $h=r$  angehoben werden. Die Höhe  $h=r$  ergibt sich aus der Überlegung, dass die das Wasser abhaltende Dichtung etwas oberhalb des Schwerpunkts, also im Abstand  $r$  oberhalb des Zylinderbodens liegen muss, damit der Zylinder hydrostatisch stabil schwimmt (vgl. Abb1.).

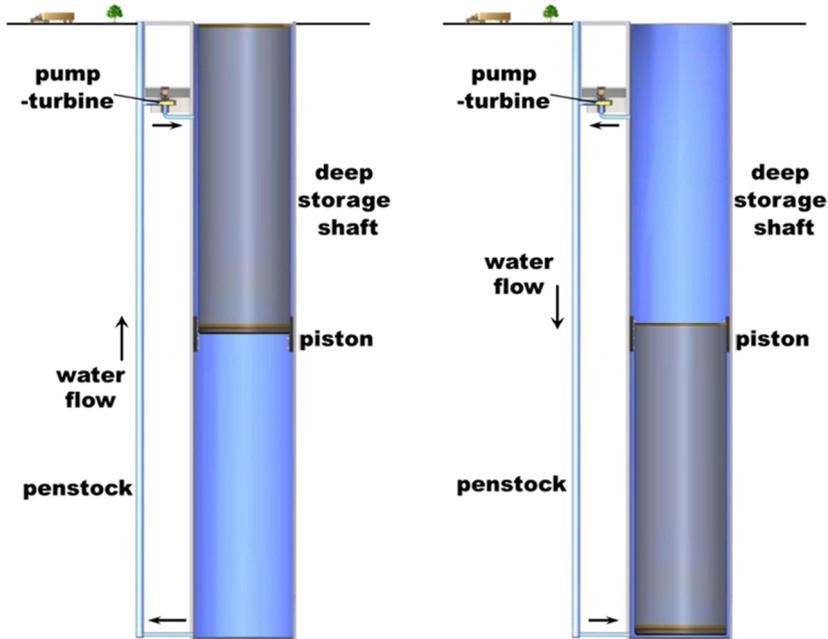
Abb. 1 Modell eines Lageenergiespeichers, welcher sich über die Geländeoberkante erhebt.



Quelle: Heindl Energy GmbH

Die Speicherkapazität  $E$  beträgt mit der Dichte  $\rho_r$  des Gesteins und der Dichte  $\rho_w$  des Wassers sowie der Erdbeschleunigung  $g$ :  $E = (2\rho_r - 3/2\rho_w)\pi r^2 g$

Abb. 2: Modell eines komplett unterirdischen Lageenergiespeichers:



Quelle: Gravity Power GmbH

Der Bau kann mit den üblichen Methoden des Berg- und Tunnelbaus erfolgen. Eine noch zu lösende Herausforderung stellt die Herstellung der Oberflächen sowie die Dichtung zwischen Kolben und Hydraulikmedium dar. Die aktuellen Entwicklungsarbeiten konzentrieren sich zudem auf die Beherrschung der Geomechanik, auch hier sind noch einige unbeantwortete Fragen offen

### Standortvoraussetzungen für Schwerekraftspeicher mit Hubkolben

Wasserbedarf:

Einer der Vorteile der Hubkolbenspeicher ist die nicht erforderliche Höhendifferenz der beiden Wasserspeicher im Gegensatz zu konventionellen Pumpspeichern. Dennoch werden nicht unerhebliche Wassermengen als Hydraulikmedium notwendig, was den Zugang zu und die Lagerung von Wasser erfordert. Deshalb ist der Bau eines zusätzlichen Wasserreservoirs oder ein unterirdisches Becken in einer Kaverne erforderlich.

Geologische Voraussetzungen:

Da die aktuell entwickelten Konzepte stets den Untergrund nutzen, spielen die geologischen Verhältnisse für die Eignung eines Standortes eine zentrale Rolle. Die heutige Beherrschung von Gesteinen ist weit fortgeschritten, so dass theoretisch viele Gesteinsarten und -qualitäten in Frage kommen. Allerdings würde eine aufwändige Stabilisierung von Kolben bzw. umgebendem Gestein zu höheren Kosten führen. Insofern sind Standorte mit wenig gestörtem Gestein wirtschaftlicher als andere.

Da die Lageenergiespeicher mit Hubkolben keine Höhenunterschiede zur Nutzung der Schwerkraft benötigen, sind sie grundsätzlich überall dort geeignet, wo die Pumpspeicher nicht gebaut werden können. Allerdings ergeben sich Anforderungen an die Geologie, die noch ungeklärte Fragen aufwerfen



**Fokus auf Leistungs- oder Energiebereitstellung:** Energie- sowie Leistungsbereitstellung

**Geeignete Anwendungsgebiete:**

- kleinere Anlagen: Regelenergie, Netzdienstleistungen, Peakshaving
- größere Anlage: Tagesspeicher, alle Netzdienstlichkeiten, die heute Pumpspeicher bereitstellen können.

**Stand der Entwicklung / kommerziell verfügbar:** Zwar sind die Teile des Systems, die gleich denen eines Pumpspeichers sind (Maschinen, Leitungen, etc.), ausgereift. Jedoch befinden sich die Konzepte vor allem bezüglich der Herstellung des Kolbens und der notwendigen Dichtung noch in der Entwicklung. Kommerzielle Nutzung ist für die Mitte des kommenden Jahrzehnts zu erwarten. Derzeit werden mögliche Standorte für Prototypen geprüft. Der TRL (Technology Readiness Level) ist bei 2.

**RELEVANTE TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN:**

typische / realisierbare SpeichergroÙe	<b>kWh<sub>out</sub></b>	<b>kW<sub>out</sub></b>
	Sehr gut skalierbar 5 MWh – n GWh	Sehr gut skalierbar 1 MW – n MW
Systemwirkungsgrad in %	75-80	
Speicherwirkungsgrad in %	75-80	
Speicherdauer	Stunden – Wochen	
Reaktionszeit	< 5 Minuten	
Lebensdauer (maximal)	<b>Zyklen</b>	<b>a</b>
	> 20.000	> 60 Jahre
Verluste pro Zeit in %	Keine	

**Erläuterungen:**

Die Chancen der Schwerkraftspeicher liegen theoretisch in der beliebig großen Skalierung (Groß-/Kleinspeicher) und der damit verbunden wirtschaftlichen Effizienz. Dabei spielt die lange Lebensdauer des Systems eine wesentliche Rolle. Sie zeichnen sich aber auch durch ein großes Potenzial an Netzdienstlichkeit aus.

Die Nutzung der Lageenergie ist von Pumpspeichern hinreichend bekannt. Beim Einsatz von Hubkolben ist hingegen kein Höhenunterschied notwendig, was die Einsatzmöglichkeit von Großspeichern erheblich erweitern würde.

**ÖKONOMISCHE SPEZIFIKATIONEN:**

Da sich die Technologie noch in der Konzeptionsphase befindet, sind konkrete Kosten noch nicht bezifferbar.

**Betriebs- und Instandhaltungskosten (bezogen auf Invest/kW und kWh):** Hier liegen noch keine Erfahrungswerte vor.

**Weitere Informationen unter:**

In Deutschland entwickeln im Wesentlichen zwei Unternehmen das Konzept des Lageenergiespeichers:

- Heindl Energy GmbH, [www.heindl-energy.com](http://www.heindl-energy.com)
- Gravity Power, LLC, [www.gravity-power.net](http://www.gravity-power.net)