



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 057 323 A1** 2009.06.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 057 323.7**

(22) Anmeldetag: **29.11.2007**

(43) Offenlegungstag: **04.06.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F03G 3/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Pesch, Jürgen, Dipl.-Ing., 47802 Krefeld, DE**

(72) Erfinder:

**Pesch, Jürgen, Dipl.-Ing., 47802 Krefeld, DE;**

**Pesch, Thimo, 52074 Aachen, DE; Pesch,**

**Andreas, Dipl.-Ing., 47799 Krefeld, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	100 37 678	A1
DE	10 2005 051929	A1
DE	197 13 201	A1
DE	3 37 895	A
DE	2 61 209	A
US	2005/00 35 602	A1
EP	12 88 155	A1

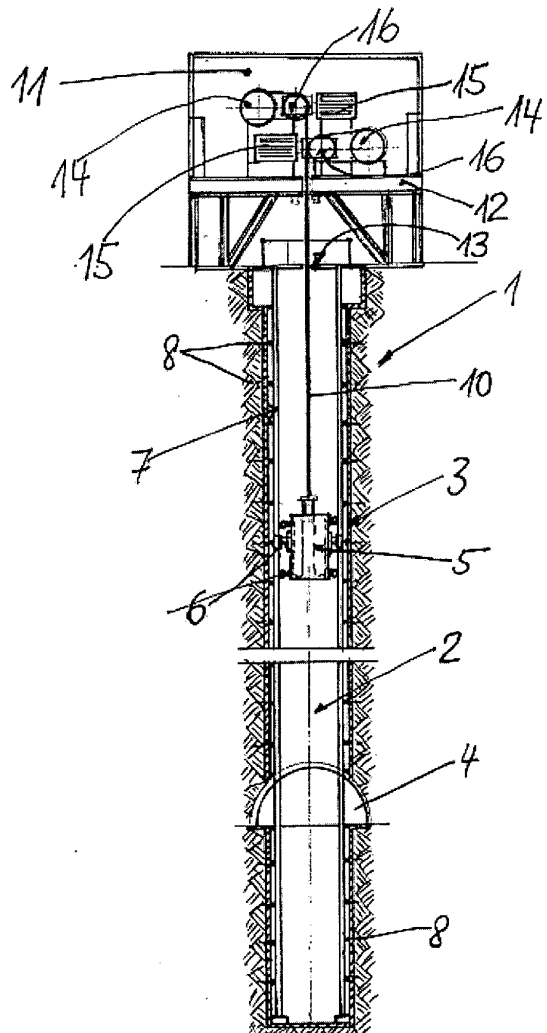
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Hubspeicherkraftwerk als besondere Form eines Speicherkraftwerkes, welches der Speicherung von elektrischer Energie durch Umwandlung in potentielle Energie einer Hubmasse dient**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Hubspeicherkraftwerk zum Ausgleich von Schwankungen der elektrischen Energie in Versorgungsnetzen durch Umwandlung von überschüssiger elektrischer Energie in mechanische Energie und Speicherung in potentielle Energie durch Veränderung der Lage einer Masse (Hubmasse).

In einem vertikal von der Erdoberfläche in das Erdreich abgeteufte tiefgehenden Tagesschacht, vorzugsweise einem ehemaligen, der bergmännischen Gewinnung von Rohstoffen wie Kohle, Erz, Mineralien etc. dienenden stillgelegten und wieder geöffneten Bergwerkschacht oder einem in Zukunft stillgelegten bzw. neu geteufte Schacht, hängt eine Hubmasse an einem Lastaufnahmemittel. Diese Hubmasse wird von einem Hubwerk, welches auf oder neben einem Traggerüst oberhalb der Schachtöffnung installiert ist, zwecks Energiespeicherung mittels eines Motors von einem niedrigen auf ein höheres geodätisches Niveau gehoben. Zwecks Energiegewinnung bewegt sich die Hubmasse vertikal abwärts und treibt dabei einen Generator zur elektrischen Energieerzeugung an, wodurch eine Energierückspeisung in das elektrische Netz erfolgt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die deutsche und europäische Energiepolitik hat es sich zum Ziel gemacht, den Energiebedarf in Zukunft zu größeren Teilen aus regenerativen Energien zu decken. Insbesondere aufgrund von klimapolitischen Zielen wie der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen wird zukünftig der Anteil der Erneuerbaren Energien erheblich zunehmen.

**[0002]** Die zunehmende Erzeugung und Übertragung von Energie aus regenerativen Quellen, insbesondere der stark fluktuierenden Windenergie, führt durch den schwankenden Charakter zu einem erhöhten Auftreten von unvorhersehbaren Netzschwankungen. Dadurch gewinnt die Vorhaltung zeitnah aktivierbarer Speicherkapazitäten, insbesondere nach Entflechtung von Erzeugung und Netzbetrieb immer weiter an Bedeutung. Der Einsatz von Energiespeichern dient somit der zeitlichen Glättung der fluktuierenden Einspeisung im Bereich der Sekunden-, Minuten- und Stundenreserve.

**[0003]** Aber ebenso für eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, Notstromversorgung und für eine Wirkstromsekundenreserve werden Speichersysteme benötigt. Speicher für elektrische Energie sind wichtige Bestandteile für eine störungsfreie Stromversorgung für Industrie, Handwerk und Haushalt.

**[0004]** Umfangreiche Forschungsarbeiten finden statt um elektrische, hydraulische und chemische Speicher zu verbessern und effektiver zu gestalten.

**[0005]** Da vor allem das Potential zur Errichtung der bislang vorrangig eingesetzten hydraulischen Speicherkraftwerke nahezu erschöpft ist, bedarf es des Einsatzes neuer Techniken. Um einen weiteren Ausbau von Speicherkapazitäten realisieren zu können, ist die Errichtung von Hubspeicherkraftwerken eine hervorragende Möglichkeit.

**[0006]** Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Speicherung elektrischer Energie durch Umwandlung in mechanische Energie, wie sie in Druckluftspeicherwerken, Pumpspeicherwerken oder Schwungräderkraftwerken erfolgt.

**[0007]** Zwar ist die Speicherung von potentieller Energie durch Nutzung der Gravitationskraft lange bekannt. Neu ist jedoch der Ansatz zur Erbringung eines großen Potentials an Gravitationsenergie eine große Masse tief in die Erde abzulassen.

**[0008]** Im Rahmen der Erfindung werden Tagesschächte in ein Hubspeicherkraftwerk integriert und damit einer wichtigen neuen technisch/wirtschaftlichen Bedeutung zugeführt.

**[0009]** Die Schächte als wichtiger Bestandteil eines Hubspeicherkraftwerkes ermöglichen durch die große Tiefe die höchst wirtschaftliche Nutzung von Lageenergie als Speicherenergie.

**[0010]** Ein Hubspeicherkraftwerk besteht aus einem vertikalen Schacht, welcher ins Erdreich geführt ist, vorzugsweise ein ehemals dem Zwecke der bergmännischen Gewinnung von Kohle, Erz und Mineralien dienender Tagesschacht, oder einem in Zukunft stillgelegtem bzw. neu geteufte Bergwerksschacht, in dem eine in seitlichen Führungen geführte Hubmasse mittels eines Lastaufnahmemittels, wie Seilen oder Ketten, von einem oberhalb der Schachtöffnung befindlichem Hubwerk mit integriertem Motor/Generatorbetrieb vertikal bewegt wird und somit eine Aufnahme/Abgabe von potentieller Energie und entsprechender Umsetzung der elektrischen Energie erfolgt.

**[0011]** Bergwerksschächte stellen ein enormes volkswirtschaftliches Vermögen dar, welches zu großen Teilen verloren gehen könnte. Aus Gründen einer nicht mehr wirtschaftlichen Förderung von Rohstoffen aus großen Tiefen verliert eine Vielzahl von Bergwerksschächten ihre Funktion und wird geschlossen. Mit Hubspeicherkraftwerken können diese Schächte einer neuen Funktion zugeführt werden, wodurch das volkswirtschaftliche Vermögen erhalten werden kann.

**[0012]** Die einfachste Umsetzung von Hubspeicherkraftwerken lässt sich in Gebieten verwirklichen, in denen in der Vergangenheit Bergwerke zum Abbau von Rohstoffen wie Kohle, Erze, Mineralien oder anderen Rohstoffen betrieben wurden oder aktuell noch betrieben werden. In diesen Gebieten sind in der Regel auch industrielle Ballungszentren angesiedelt, die Schwerpunkte im elektrischen Energieverbrauch darstellen.

**[0013]** Die mit der Belastung der Netze einhergehenden Netzschwankungen können durch die Installation

von Hubspeicherkraftwerken mit großen Speicherkapazitäten ausgeglichen werden.

**[0014]** Dazu können Hubspeicherkraftwerke einzeln oder im Verbund mit weiteren Hub speicherkraftwerken betrieben werden.

**[0015]** Bei Verbundbergwerken oder Doppelschichtanlagen können erhebliche Speicherkapazitäten geschaffen werden, woraus sich eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung ergibt.

#### Stand der Technik

**[0016]** Mit dem Ausbau der Windenergie und den zunehmenden Einsatz anderer regenerativer Energien verstärkt sich die Notwendigkeit flexible, kostengünstige und große Speicherkapazitäten bereit zu stellen. Speicherkraftwerke werden künftig noch mehr an Bedeutung gewinnen und unabdingbare Bestandteile der Stromversorgung sein.

**[0017]** Dabei werden in der Forschung mehrere Wege beschritten.

**[0018]** Die elektrische Speicherung erfolgt in Kondensatoren (Doppelschichtkondensatoren, Super Caps) und in supraleitenden magnetischen Speichern. Die Speicherenergie ist begrenzt und bisher nur einsetzbar für die Notstromversorgung und die unterbrechungsfreie Stromversorgung. Der technische und finanzielle Aufwand für kapazitive oder magnetische Speicher ist erheblich. Ein wirtschaftlicher Einsatz in großem Maßstab ist bisher nicht absehbar.

**[0019]** Die elektrochemische Energiespeicherung erfolgt in Wasserstoff und in Batterien/Akkumulatoren. Batteriespeicher sind z. Z. bis zu einem Energiegehalt von 4 MWh, aufgeteilt auf viele Zellen, verfügbar. Nachteilig ist die Selbstentladung von ca. 3% pro Monat. Bedingt durch ohmsche Verluste liegt der Wirkungsgrad bei nur 65%. Bei einer spez. Energiedichte von ca. 0,04 KWh/kg werden für eine Speicherung von 4 MWh 100 t Batterie benötigt. Die umfangreich benötigten Rohstoffe stehen nicht oder nicht kostengünstig zur Verfügung. Nachteilig ist auch ebenso die begrenzte Lebensdauer.

**[0020]** Natrium/Schwefel-Hochtemperatur-Batteriesysteme haben eine hohe Energiedichte und sind bis zu einem Energiegehalt von 60 MWh realisiert. Wirkungsgrade von 75% werden erreicht. Die Anzahl der Ladezyklen ist auf ca. 2500 beschränkt.

**[0021]** Wasserstoffspeicher trennen durch Elektrolyse Wasserstoff und Sauerstoff. Mit Brennstoffzellen erfolgt die Energierückgewinnung. Der technische und wirtschaftliche Aufwand ist groß. Umwandlungsverluste begrenzen den Wirkungsgrad. 40 bis 50%, also ungefähr die Hälfte der gespeicherten Energie geht verloren.

**[0022]** Mechanische potentielle Energiespeicher sind beim heutigen Stand der Technik vor allem Pumpspeicherwerke und Druckluftspeicher. Die Speicherung kinetischer Energie erfolgt in Schwungrädern.

**[0023]** Die Nutzung großer potentieller Energiemengen war bisher nur den Pumpspeicherwerken vorbehalten, die oberirdisch angelegt sind. Pumpspeicherkraftwerke sind zurzeit das wirtschaftlichste System zum Lastausgleich in Verbundnetzen. Wasser aus einem Unterbecken wird bei Leistungsüberschuss in das Oberbecken gefördert und bei Energiebedarf über Turbine und Generator zur Energierückgewinnung abgelassen. Der Wirkungsgrad liegt bei 75–80%. Hohe Investitionskosten und fehlende geografische und geologische Voraussetzungen begrenzen die Möglichkeiten weitere Werke zu bauen.

**[0024]** Druckluftspeicherkraftwerke überführen elektrische Energie in potentielle Energie. Luft wird komprimiert und in unterirdischen Hohlräumen gespeichert. Bei der Rückgewinnung treibt die Druckluft eine Turbine mit angekoppeltem Generator an. Der Wirkungsgrad beträgt lediglich nur 55%.

**[0025]** Schwungradspeicher haben Wirkungsgrade von 80%. Die Lagerreibung führt zur Selbstentladung von 2%. Pro Schwungrad sind 25 KWh bei einer Entlade Zeit von 15 Minuten speicherbar. Schwungräder haben nur eine begrenzte kurze Speicherzeit.

**[0026]** Bis auf die weitgehend ausgereizten Möglichkeiten der Energiespeicherung in hydraulischen Pumpspeicherkraftwerken sind alle anderen aufgeführten Speichersysteme für die Speicherung im großen Maßstab für eine wirtschaftliche Nutzung zu kostenintensiv und nicht ausreichend erprobt.

## Aufgabenstellung und Lösung der Aufgabe

**[0027]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein mechanisches Energiespeichersystem zu schaffen, welches folgende Vorteile aufweist:

- 1) Aufbau eines zum Großteil unterirdisch arbeitenden, sicheren, umweltverträglichen und emissionsfreien Energiespeichersystems, welches keine Umweltressourcen verbraucht, wie z. B. ein Pumpspeicherkraftwerk
- 2) Energiespeichersystem ohne den Einsatz teurerer Rohstoffe, wie z. B. bei Batterien
- 3) Optional die Realisierung großer Speicherkapazitäten durch Verbundbetrieb mehrerer Energiespeichersysteme
- 4) Energiespeichersystem mit höchstem Wirkungsgrad von über 85% und höchster Ausfallsicherheit
- 5) Hohe Lebensdauer bzw. keine Begrenzung der Anzahl von Lade- und Entladezyklen des Energiespeichersystems
- 6) Energiespeichersystem mit geringen Betriebskosten
- 7) Schwarzstartfähigkeit, dass heißt selbstständiges Anfahren des Energiespeichersystems bei Stromausfall ist möglich
- 8) Energiespeichersystem ohne Selbstentladung wie bei Schwungradspeichern und ohne thermische Verluste wie bei einem Druckluftspeicher
- 9) Energiespeichersystem, das für Minuten-, Stunden- oder Tageslastausgleich, unterbrechungsfreie Stromversorgung, Notstromversorgung oder Wirkleistungssekundenreserve geeignet ist
- 10) Energiespeichersystem, das weltweit einsetzbar ist.

**[0028]** Zur Lösung dieser Aufgabe dient das neue Konzept eines Hubspeicherkraftwerkes zur Speicherung potentieller Energie in Form von Lageenergie.

**[0029]** Eine große Hubmasse wird in einem Tagesschacht, vorzugsweise in einem stillgelegten Bergwerksschacht oder eines neu geteufte Schachtes mittels eines Lastaufnahmemittels wie bspw. einem Seil oder einer Kette von einem Hubwerk bei Energieaufnahme aufwärts und bei Energieabgabe abwärts bewegt. Das Hubwerk befindet sich auf oder neben einem Traggerüst, welches sich oberhalb der Schachtöffnung befindet.

**[0030]** Die Hubmasse ist in Form eines runden oder eckigen, massiven oder hohlen Körpers ausgeführt. In einem Schacht können ein oder mehrere Hubmassen von einem oder mehreren unabhängig voneinander arbeitenden Hubwerken bewegt werden.

**[0031]** Die Führung der Hubmasse erfolgt an im Schacht installierten Führungsschienen. Somit wird ein Pendeln und Verdrehen der Hubmasse vermieden. Dabei werden die Führungsschienen durch eine Ausnehmung in der Schachtwand direkt mittels Anker mit dem standfesten Gebirge verbunden, so dass die Führungskräfte nicht auf die Schachtwand wirken können. Die Befestigung der Führungsschienen erfolgt diskret in größeren Abständen. Um die Führungskräfte klein zu halten, werden die Führungsschienen mit höchster Genauigkeit vertikal z. B. mittels Lasers im Schacht justiert. Nach erfolgter Montage der Führungsschienen wird die Ausnehmung in der Schachtwand wieder fest und wasserdicht verschlossen.

**[0032]** Falls eine Befestigung im nicht standfesten Gebirge nicht möglich ist werden die Führungssäulen an der Schachtwand befestigt und ein Nachweis der statischen Festigkeit erbracht.

**[0033]** Im Falle, dass Führungskräfte weder im Gebirge noch an der Schachtwand aus statischen Gründen abgestützt werden können oder müssen, erfolgt ein führungsfreies Heben und Senken im Schacht, wobei folgende Bedingungen eingehalten werden.

**[0034]** Die maximale Abmessung (A) der Hubmasse (Durchmesser bei kreisrunder Ausführung oder Diagonale bei rechteckiger Ausführung) beträgt:

$A = \text{Schachtdurchmesser abzüglich Abweichung des Schachtes von der Vertikalen am Schachtsumpf abzüglich Sicherheitsmaß}$

**[0035]** So ist sichergestellt, dass eine Berührung zwischen der absolut senkrechten Bewegung der Hubmasse und der Schachtwand vermieden wird.

**[0036]** Falls erforderlich weist die Hubmasse am Umfang stossabsorbierende Elemente auf, die so ausgeführt sind, dass ein Pendeln und Verdrehen der Hubmasse vermieden wird und die auf den Schacht wirkenden Kräfte unterhalb der zulässigen Kräfte liegen.

**[0037]** Getragen werden die Hubmassen vorzugsweise von einem oder mehreren Stahlseilen, aber auch andere Lastaufnahmemittel sind möglich.

**[0038]** Über der Schachttöffnung befindet sich ein Traggerüst und darüber oder daneben ein Hubwerk. Im Hubwerk befinden sich die Seilwinden, Getriebe, Bremsen, Motor und Generator. Des Weiteren sind die erforderlichen Steuergeräte, Regeleinrichtungen, Sicherheitseinrichtungen nebst Steuerstand untergebracht. Über entsprechende Einrichtungen wie Leistungsstellglieder, Frequenzstellglieder, Schaltanlagen usw. erfolgt die Anbindung des Hubkraftwerkes an das elektrische Netz.

**[0039]** Zur Speicherung der im Netz vorhandenen überschüssigen elektrischen Energie, dass heißt in lastschwachen Zeiten, wird der Hubmasse mittels Elektromotor und Seilwinde durch Änderung der Lage potentielle Energie zugeführt. Im Bedarfsfall senkt sich die Hubmasse im Schacht und erzeugt über den Generator Strom.

**[0040]** Als Bezugspunkt für die potentielle Energie wird vorzugsweise die geodätische Höhe an der Schachttöffnung genommen. Durch die Messung der Lage der Hubmasse durch geeignete Messgeräte kann somit die gespeicherte Energie gemessen, berechnet und gesteuert werden. Steuerungs- und Regelgeräte steuern die motorische und generatorische Arbeitsweise des Hubwerkes.

**[0041]** Stillgelegte und noch offene Tagesschächte können nach einem Umbau direkt genutzt werden. Bereits verfüllte Schächte können so weit möglich wieder geöffnet werden. Heute noch in Betrieb befindliche Gruben können nach Ende der Abbautätigkeit umgerüstet werden. Ebenfalls das neue Anlegen von Bohrungen bzw. Schächten ist denkbar.

**[0042]** National und international steht eine große Anzahl von infrage kommenden Einzelschächten und Doppelschächten zur Verfügung, so dass in Zukunft ein großes Speicherpotential zur Verfügung steht.

**[0043]** Bergwerksschächte moderner Bauart haben eine Teufe von 700 m bis 1700 m und einen Durchmesser von 6 m bis 9 m. Tagesschächte im gleitenden Schachtausbau weisen einen druckfesten Betonring mit einem inneren wasserdichten Blechmantel auf. Diese Version, aber auch ältere mittels Tübbing Ausbau hergestellte Tagesschächte sind hervorragend geeignet.

**[0044]** Der entscheidende Teil ist die Schaffung oder Nutzung eines Tagesschachtes mit möglichst großer Teufe und die sich überraschenderweise daraus eröffnende Möglichkeit mit großen Hubmassen sehr große potentielle Energien unterirdisch speichern zu können.

**[0045]** Die Energiemenge ergibt sich aus der Größe der Hubmasse multipliziert mit der Differenz der geodätischen Höhen. Beispielhaft ergibt sich bei einer Hubmasse von 10000 KN und einem vertikalen Höhenunterschied von 1100 m ein Energieinhalt von ca. 3,0 MWh. Die Lade- und Entladezeit ist einstellbar durch die Hub- und Senkgeschwindigkeit. So können je nach Bedarf Leistungen von 7,0 MW und mehr erzeugt und ins Stromnetz eingespeist werden.

**[0046]** Mit 2 Hubmassen im Schacht kann der Energieinhalt auf 6,0 MWh und die Leistung auf 14,0 MW verdoppelt werden. Bei Ausnutzung aller maschinenbautechnischen Möglichkeiten sind weitere erhebliche Steigerungen möglich.

**[0047]** Die Lebensdauer kann mit 30–40 Jahren angesetzt werden. Die Anzahl der Lade- und Entladezyklen entspricht der Anzahl der Hub- und Senkvorgänge und ist bei Auslegung auf Dauerschwingfestigkeit nahezu unbeschränkt.

**[0048]** Energieverluste thermischer Art, z. B. bei Akkus oder chemischer Art bei der Wasserstoffspeicherung gibt es nicht. Die Verlustleistung ist die geringste aller bekannten Speichersysteme. Der hohe Gesamtwirkungsgrad ergibt sich aus den geringen Verlusten der Einzelkomponenten.

Verluste

Transformator und Regelelektronik	2,5%
Antriebsmotor/Generator	4,9%/4,6%
Planetengetriebe	3,5%
Reibungsverluste Führung Hubmasse	0,5%

**[0049]** Die Schwarzstartfähigkeit ist gegeben, da Hubspeicherkraftwerke in der Lage sind bei Stromausfall zum Anfahren von Kraftwerken eingesetzt zu werden.

**[0050]** Die Einsatzbereich eines Hubspeicherkraftwerkes umfasst eine typische Einsatzzeit zwischen wenigen Sekunden, wie für eine Wirkleistungssekundenreserve erforderlich, aber ebenso für eine Minutenreserve bis zu mehreren Stunden, wie es für die unterbrechungsfreie Stromversorgung und zum Tageslastausgleich erforderlich ist. Dies ist erreichbar bei Verbundbetrieb mehrerer Hubspeicherkraftwerke.

**[0051]** Der Leistungsänderungsgradient, also die Leistungsänderungsgeschwindigkeit ist sehr hoch und nur abhängig von Auslegung der Leistungselektronik. Das gilt in gleicher Weise für die Zugriffszeit. Der Energieinhalt kann kürzestmöglich zur Verfügung gestellt werden, aber auch verlustfrei über längere Zeit gespeichert werden.

**[0052]** Über Fernwirkanlagen können Hubspeicherkraftwerke ferngesteuert werden und weisen dadurch geringe Betriebskosten auf.

**[0053]** Das System arbeitet geräuscharm, ohne Emissionen und stellt für Mensch und Umwelt keine Gefahr dar.

**[0054]** Genehmigung, Bau und Betrieb eines Hubspeicherkraftwerks erfolgt unter Einhaltung aller im Bergrecht vorgeschriebenen bergamtlichen Verfahren, Vorschriften, Regeln und Normen.

**[0055]** Der Grubengasabsaugung wird besondere Aufmerksamkeit, u. a. auch unter energetischen Gesichtspunkten geschenkt.

**[0056]** In allen technischen und wirtschaftlichen Bewertungskriterien scheidet das Hubspeicherkraftwerk hervorragend ab.

#### Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

**[0057]** Im Folgenden sollen weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert werden. Diese sollen die Erfindung nicht einschränken, sondern nur erläutern. Es zeigt in schematischer Darstellung

**[0058]** [Fig. 1](#) Prinzipzeichnung eines Hubspeicherkraftwerkes

**[0059]** Gezeigt werden die Grundelemente eines erfindungsgemäßen Hubspeicherkraftwerkes.

**[0060]** Im Gebirge **1** ist der Tagesschacht **2** abgeteuft. Die Schachtwand **3** ist in Tübbing-Bauweise oder in Beton-Bauweise ausgeführt. Die Sohlen aus dem bergmännischen Abbaubetrieb sind unter **4** dargestellt.

**[0061]** Die Hubmasse **5** mit den Führungselementen **6** wird an senkrechten Führungsschienen **7** geführt, die über die volle Länge des Hubweges durchgehend installiert sind. Die Führungsschienen werden mit hoher Genauigkeit mittels Laser in eine exakte vertikale Position gebracht und dann fixiert. Da die Schachtwand **3** aus statischen Gründen keine Zusatzbelastung durch resultierende Führungskräfte aufnehmen soll, erfolgt die Befestigung der Schienen direkt mittels Gebirgsanker **8** im standfesten Gebirge. Die Befestigung erfolgt an diskreten Stellen gleichmäßig über die Teufe verteilt. An den Befestigungsstellen erfolgt an der Schachtwand ein Durchbruch **9**. Nach erfolgter Montage wird der Durchbruch **9** wieder wasserdicht verschlossen.

**[0062]** Die Hubmasse **5** wird an einem Lastmittel **10**, vorzugsweise Seilen aufgehängt. Je nach Gewicht werden ein oder mehrere Seile eingesetzt. Die für den Hub- und Senkbetrieb erforderlichen Antriebselemente sind im Hubwerk **11** untergebracht. Das Hubwerk befindet sich auf einer Tragkonstruktion **12** welche über der Schachttöffnung **13** positioniert ist.

**[0063]** Im Hubwerk **11** ist die Windenkonstruktion mit Bremseinrichtung **14**, der Hubmotor **15** welcher auch als Generator betrieben werden kann, sowie das Planetengetriebe **16** angeordnet.

**[0064]** [Fig. 2](#) Querschnitt durch einen Tagesschacht

**[0065]** Dargestellt ist ein Querschnitt durch den Schacht **2** mit der an dem Lastaufnahmemittel **10** aufgehäng-

ten Hubmasse **5**. An der Hubmasse **5** sind die Führungselemente **6** dargestellt.

**[0066]** Die vertikale Führungsschiene **7** ist auf der linken Seite mit Ankern am Gebirge befestigt, so dass keine Führungskräfte auf die Schachtwand **3** wirken. An dieser Stelle ist die Schachtwand **3** durchbrochen. Nach Montage der Führungsschienen **7** wird der Durchbruch **9** wieder fest und wasserdicht verschlossen.

**[0067]** Die rechte Seite zeigt die Befestigung der Führungsschiene **7** direkt an der Schachtwand **3**.

**[0068]** Natürlich erfolgt die Befestigung im Schacht grundsätzlich nach der einen oder anderen Weise, in Abhängigkeit von der statischen Berechnung.

### Patentansprüche

1. Hubspeicherkraftwerk zum Ausgleich von Schwankungen der elektrischen Energie in Versorgungsnetzen durch Umwandlung der überschüssigen Energie in mechanische Energie und Speicherung in potentieller Energie durch Veränderung der Lage einer Hubmasse, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem vertikal von der Erdoberfläche ins Erdreich abgeteuften tiefgehenden Tagesschacht, vorzugsweise einem ehemaligem der bergmännischen Gewinnung von Rohstoffen wie Kohle, Erz, Mineralien etc. dienenden stillgelegtem offenen, oder verfüllten und wieder geöffnetem Tagesschacht, oder einem in Zukunft stillgelegten oder neu geteuften Bergwerksschacht, eine Hubmasse, geführt an vertikalen im Schacht installierten Führungsschienen, an einem Lastaufnahmemittel hängt und von einem Hubwerk, welches auf einem Traggerüst oberhalb der Schachtöffnung installiert ist, zwecks Energiespeicherung von einem Motor von einem niedrigen auf ein höheres Energieniveau gehoben wird, und zwecks Energiegewinnung sich vertikal abwärts bewegt und dabei einen Generator zur elektrischen Energieerzeugung antreibt und eine Energierückspeisung ins elektrische Netz erfolgt.

2. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei das Hubspeicherkraftwerk im Einzelschacht, Doppelschacht oder im Verbund mit anderen Hubkraftspeichern betrieben werden kann.

3. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei eine geeignete vertikal ins Erdreich tiefgehende Bohrung genutzt werden kann.

4. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei auch Blindschächte oder Kavernen genutzt werden können.

5. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei ein oder mehrere Hubmassen von unabhängig voneinander arbeitenden Hubwerken im Schacht bewegt werden können.

6. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei die Hubmasse aus einem runden oder eckigen massiven Körper besteht, welcher in Größe und Form dem Schacht angepasst ist.

7. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei die Hubmasse aus runden oder eckigen Hohlgefäßen ausgeführt und mit festen oder flüssigen Material auf die geplante Endhubmasse gerillt wird.

8. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei die auf die vertikale Führung zur Vermeidung von Pendel- und Drehbewegungen wirkende Führungskraft über Anker direkt ins Gebirge geleitet wird und dafür ein Ausnehmung in der Schachtwand erfolgt.

9. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei die Führungsschienen an der Schachtwand befestigt werden.

10. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei die Führungsschienen mittels Laservermessung auf eine Abweichung von der Vertikalen von kleiner/gleich 0,08‰ einjustiert werden.

11. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei sich die Hubmasse keine Führung im Schacht aufweist. Die maximale Abmessung (A) der Hubmasse beträgt dann  $A = \text{Schachtdurchmesser} - \text{Abweichung des Schachtes von der Vertikalen am Schachtsumpf-Sicherheitsabstand}$ .

12. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 10, wobei die Hubmasse am Umfang mit Stoß absorbierenden Elementen z. B. Stoßdämpfern ausgestattet ist, um auf die Schachtwand auftretende Kräfte zu minimieren.

13. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei das Lastaufnahmemittel je nach Last einfach oder mehrfach als Seil oder Kette ausgeführt wird.

14. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei im Hubwerk Transportwinde, Bremse, Getriebe und Motor zur Energieeinspeisung und Generator zur Energiegewinnung, des Weiteren alle notwendigen Steuer-, Regel-, Sicherheits- und Energieübertragungseinrichtungen untergebracht sind.

15. Hubspeicherkraftwerk nach Anspruch 1, wobei sich das Hubwerk neben dem Traggerüst und nicht darüber befindet, wobei das Lastaufnahmemittel umgelenkt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

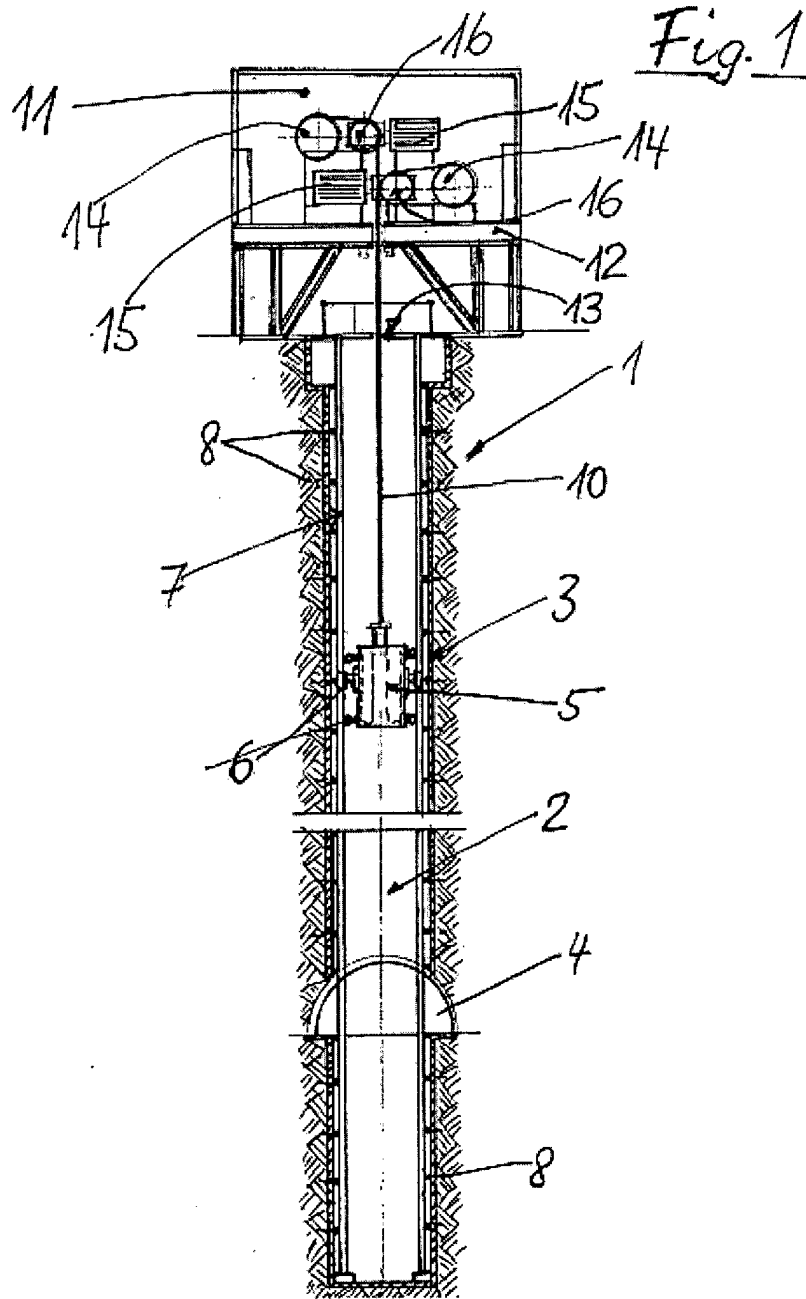


Fig. 2

