

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 6/2014
(22) Anmeldetag: 07.01.2014
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2015

(51) Int. Cl.: **F28D 20/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
GB 2143316 A
DE 2729635 A1
DE 102010033571 A1

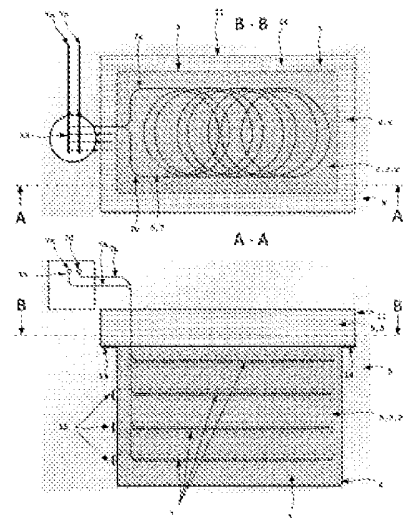
(73) Patentinhaber:
MASSWOHL JOSEF DIPL.ING. DR.TECHN.
8350 FEHRING (AT)

(72) Erfinder:
Maßwohl Josef Dipl.Ing. Dr.techn.
8350 Fehring (AT)
Wagner Gerd Dipl.Ing. (FH)
8350 Fehring (AT)
Kerschberger August
8350 Fehring (AT)

(54) Unterirdischer Latentwärmespeicher mit Dränkörper

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Energiespeicher im Erdreich, der als Latentwärmespeicher ausgebildet ist; das Speichermedium ist Wasser. Das Speichermedium befindet sich im Porenraum eines Speicherkörpers, welcher vorwiegend eine mechanische Stützfunktion übernimmt. Der Speicherkörper ist durch eine wasserdichte Folie gegen das Erdreich abgegrenzt. Über dem Speicherkörper befindet ein Dränkörper, welcher die definierte Ableitung von Sickerwasser und im Zuge des Gefriervorgangs aus dem Speicherkörper verdrängtes Speicherwasser gewährleistet. Sowohl der Drän- als auch der Speicherkörper weisen eine definierte hydraulische Leitfähigkeit auf. Ein im Speicherkörper eingebetteter Rohrwärmetauscher ist so ausgebildet, dass die Wärme gleichmäßig aus dem gesamten Speicherkörper entnommen wird, sodass Überschusswasser definiert aus letzterem entweichen kann.

Fig. 1



Beschreibung

UNTERIRDISCHER LATENTWÄRMESPEICHER MIT DRÄNKÖRPER

HINTERGRUND UND GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft einen unterirdischen Latentwärmespeicher mit Dränkörper gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

BISHERIGER STAND DER TECHNIK

[0002] In der Offenlegungsschrift DE 199 29 692 A1 wird ein Energiespeicher vorgeschlagen, der als Wärmespeicher im Erdboden ausgebildet ist. Die Ladung des Speichers erfolgt beim Auftreten von zeitweisen beziehungsweise saisonalen Wärmeüberschüssen, beispielsweise in Form von Solarwärme oder Abwärme von Verbrennungsmotoren. Das Speichermedium ist durch eine druckfeste Dämmung und eine Abdichtung vom umgebenden Erdreich getrennt, und das Speichermedium (beziehungsweise ein das Speichermedium aufnehmender Stützkörper) nimmt eine Stützfunktion gegen seitlichen Erddruck und vertikale Lasten wahr. Durch die stützende Wirkung des Speichermediums entfällt der aufwendige Bau von Speichertanks. Das Speichermedium kann aus dem Bodenaushub selbst bestehen; der Nachteil der geringen Speicherkapazität des Bodens wird dabei durch die kostengünstige Bauweise kompensiert. Der Ein- und Austrag von Wärmeenergie erfolgt bevorzugt durch spiralförmige Rohrwärmetauscher.

[0003] Im Gegensatz zum erfindungsgemäßen Energiespeicher (1) ist der in DE 199 29 692 A1 vorgeschlagene Energiespeicher für ein vom Wärmeverbraucher direkt verwertbares Temperaturniveau ausgelegt; die latente Wärme des Speichermediums Wassers beim Phasenübergang flüssig/fest wird nicht genutzt. Dies erfordert eine Dämmung des Speichermediums gegenüber dem Erdreich. Auf der anderen Seite sind keine Maßnahmen zur Kompensation von Effekten, die mit der Volumenausdehnung des Wassers beim Einfrieren einhergehen, notwendig. Der erfindungsgemäße Energiespeicher sieht im Gegensatz zum beschriebenen Energiespeicher überhaupt keine thermische Dämmung gegenüber dem Erdreich vor, sondern ist im Gegenteil so ausgebildet, dass ein hoher Wärmeübergang möglich ist; damit kann das umgebende Erdreich in Zeiten hohen Leistungsbedarfs als zusätzlicher Energiespeicher genutzt werden.

[0004] Zum Stand der Technik gehören seit Jahrzehnten auch sogenannte Kies-/Wasserspeicher, welche in Aufbau und Funktion praktisch mit dem in DE 199 29 692 A1 vorgeschlagene Energiespeicher identisch sind. Als Dämmmaterial wird beispielsweise extrudiertes Polystyrol, Schaumglas oder Blähglasgranulat verwendet; die Abdichtung wird bevorzugt durch eine HDPE-Folie realisiert.

[0005] In der Offenlegungsschrift DE 43 41 658 A1 wird ein Verfahren zur Herstellung einer „wärmeisolierenden Hülle“ zwischen einem Energiespeicher für Wärme- oder Kälteenergie und dem umgebenden Erdreich vorgeschlagen. Dabei wird ein wärmeisolierender Dichtstoff in Lockergestein eingebracht, wodurch eine Hülle entsteht, welche den Energiespeicher isoliert und ihn außerdem gegenüber dem umgebenden Erdreich abdichtet. Der Stützkörper des Energiespeichers besteht wiederum aus Lockergestein, als Speichermedium wird Wasser vorgeschlagen. Als Dichtstoff wird ein Stoffgemisch aus Montanwachsemlulsion, Zusatzstoffen (Filterasche, granulierter Schlacke oder Kieselgur) und Additiven (Lecithin oder Ölsäure) vorgeschlagen. Durch diese Stoffmischung wird einerseits eine gute Wärmedämmung erreicht, zum anderen ist sie gut in das Lockergestein „injizierbar“.

[0006] In der Offenlegungsschrift DE 101 14 257 A1 wird ein Verfahren zum Betreiben eines Erdwärmespeichers vorgeschlagen, dessen Speicherkörper in eine Kern- und eine Randzone aufgeteilt ist. Die Randzone umgibt die Kernzone, und in beide Zonen sind Erdwärmetauscher-sonden eingelassen, wobei die Sonden der beiden Zonen jeweils parallel geschaltet sind. Die entstehenden Energiespeicher können getrennt voneinander beladen/entladen werden. Beispielsweise wird die über thermische Solarkollektoren gewonnene Wärmeenergie in der Kern-

zone eingelagert. Einerseits kann das entstehende hohe Temperaturniveau in der Kernzone zum direkten Betrieb einer Heizung genutzt werden; andererseits kann auch die Energie, die aufgrund der unvermeidlichen Wärmeleitung in die Randzone abfließt, später über eine Wärmepumpe wieder auf ein entsprechendes Temperaturniveau gebracht werden. In der Kernzone und der Randzone werden also unterschiedliche „Wärmeenergiepotentiale“ genutzt, wodurch eine optimale Speicherung und Nutzung von eingebrachten Wärmeenergiemengen ermöglicht wird.

[0007] In der Offenlegungsschrift DE 10 2004 052 447 A1 wird ein Energiespeicher vorgeschlagen, der die latente Wärmeenergie eines Speichermediums nutzt. Das Speichermedium, bevorzugt Wasser, befindet sich dabei in einem starren Gehäuse, das seinerseits wiederum ins Erdreich eingelassen ist. Die Energie wird dem Speichermedium durch Wärmetauscherrohre entzogen/zugeführt, wobei die Rohre so angeordnet sind, dass eine Sprengwirkung auf das Gehäuse durch das gefrierende Wasser vermieden wird. Die Wärmetauscherrohre sind dazu in übereinanderliegenden Ebenen spiralförmig/bifilar ausgeführt, wobei die Rohre im zentrumsnahen Bereich enger beieinanderliegen als in zentrumsfernen. Dadurch wird dem Speichermedium im Zentrum mehr Energie entzogen als weiter außen, wodurch die Eisbildung von innen nach außen voranschreitet und die Ausdehnung des Speichermediums das Gehäuse nicht sprengt, sondern lediglich das Speichermedium verdrängt und den Flüssigkeitsspiegel im Speicher anhebt. Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass der Rohrstapel ein Halbkugelprofil aufweist, und zwar derart, dass mit steigendem Abstand vom Boden des Speichers, die Windungszahl abnimmt.

[0008] Dies bewirkt, dass dem Speichermedium im unteren Bereich des Speichers mehr Energie entzogen wird, und so nicht nur radial eine Richtung der Eisbildung vorgegeben ist, sondern auch axial, und zwar von oben nach unten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert.

[0010] Fig. 1 zeigt den erfindungsgemäßen Energiespeicher (1),

[0011] Fig. 2 zeigt eine Variante des erfindungsgemäßen Energiespeichers (1), bei dem das Wasser durch ein Dränrohr (10) aus dem Dränkörper (9) abgeleitet wird,

[0012] Fig. 3 zeigt eine zweite Variante des erfindungsgemäßen Energiespeichers (1), bei der zur Vergrößerung der hydraulischen Leitfähigkeit des Speicherkörpers (5) vertikale Dränrohre (12) in diesen eingebettet sind.

[0013] Fig. 4 zeigt die Einbindung des Energiespeichers (1) in ein Heizungs-/Kühlungssystem.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0014] Fig. 1 zeigt einen schematischen Längs- und Querschnitt des erfindungsgemäßen Energiespeichers (1). Er besteht aus einem im Erdreich (8) befindlichen Speicherkörper (5), der aus einem porösen Material (3) aufgebaut ist, wobei der Porenraum bis zur Sättigung mit dem Speichermedium Wasser (2) gefüllt ist. Der Speicherkörper (5) ist von einer wasserdichten Hülle (4) umgeben, sodass das Wasser (2) nicht aus dem Speicherkörper (5) entweichen kann. Zum Ein- und Austrag von Wärme- beziehungsweise Kälteenergie sind Rohrwärmetauscher (6) im Speicherkörper (5) eingebettet, der Wärmetransport erfolgt über ein flüssiges Wärmeträgermedium (6a) (Sole). Die wasserdichte Hülle (4) ist bevorzugt durch eine Hochdruckpolyethylen-Folie (HDPE) mit einer Materialstärke von wenigstens 1,0 Millimeter ausgebildet, die Rohrwärmetauscher (6) durch handelsübliche HDPE-Rohre, das Wärmeträgermedium (6a) durch ein Glykol-Wasser-Gemisch.

[0015] Die Wärmeentnahme erfolgt mittels einer Wärmepumpe (18), wodurch die latente Wärme des Wassers genutzt werden kann: Im Gefrierpunkt (0°C) können bedingt durch die Phasenumwandlung von Wasser zu Eis große Wärmemengen (etwa 333,5 kJ/kg) entnommen

werden, ohne dass die Temperatur weiter absinkt. Umgekehrt kann bei der Regeneration wieder die gleiche Wärmemenge eingebracht werden, ohne dass die Temperatur ansteigt. Dadurch kann die Wärmepumpe (18) auf einem relativ konstanten Temperaturniveau betrieben werden, das ständig in der Nähe des Gefrierpunkts liegt. Moderne Sole/Wasserwärmepumpen erreichen auf diesem Temperaturniveau des Primärkreises respektable Arbeitszahlen. Beträgt der Temperaturhub zwischen Primärkreis und Sekundärkreis beispielsweise 35 Kelvin, lassen sich Arbeitszahlen von etwa 5 erzielen. Dies bedeutet, dass nur 20 Prozent der dem Verbraucher (19) zur Verfügung stehenden Wärmemenge elektrisch aufgebracht werden müssen. Der Betrieb einer Wärmepumpe unter diesen Bedingungen ist sehr attraktiv, zumal auch zeitweise Überschüsse elektrischer Energie, insbesondere aus erneuerbaren Energiequellen, einer sinnvollen Nutzung zugeführt werden können, und zwar sowohl im Winter (Heizbetrieb) als auch im Sommer (Kühlbetrieb).

[0016] Ein Nachteil des Betriebs einer Wärmepumpe auf einem Primärtemperaturniveau um den Gefrierpunkt ist die Anomalie des Speichermediums Wassers (2), die für eine Volumenausdehnung von etwa 9 Prozent beim Phasenübergang von Wasser auf Eis verantwortlich zeichnet. Ohne geeignete Gegenmaßnahmen kommen zerstörerische Kräfte zum Tragen, die beispielsweise Betonbehälter zerspringen und Metallbeziehungsweise Kunststoffbehälter zerreißen lassen; auch der Boden über sogenannten Erdkollektoren wird angehoben, was in weiterer Folge zur Beschädigung versiegelter Oberflächen führt.

[0017] Der erfindungsgemäße Energiespeicher (1) löst dieses Problem, indem durch eine erste Maßnahme die Wärmeenergie gleichmäßig aus dem Speicherkörper (5) entnommen wird, und durch eine zweite Maßnahme das im Zuge der Eisbildung verdrängte Wasser definiert abgeleitet wird.

[0018] Die erste Maßnahme besteht darin, dass der Rohrwärmetauscher (6) aus einer Mehrzahl von strömungsmäßig parallel geschalteten Einzelkreisen (7) besteht, wobei das Rohr eines Einzelkreises (7) spiralförmig in einer horizontalen Schicht (15) verlegt ist, und die Schichten (15) in vertikaler Richtung gleichmäßig zueinander beabstandet sind. Darüber hinaus laufen die Rohrwindungen (innerhalb einer Schicht) in einer ersten, unteren Lage vom Soleverteiler (13) weg und führen in einer zweiten, oberen Lage wieder zu diesem zurück. Somit ergibt sich eine gleichmäßige Wärmeentnahme aus dem gesamten Speicherkörper (5) beziehungsweise eine sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung annähernd homogene Temperaturverteilung. Damit wird vor allem verhindert, dass das Speichermedium (2) zuerst in einer oberen Schicht gefriert und Wasser aus unteren Schichten im Zuge der weiteren Eisbildung nicht mehr nach oben entweichen kann.

[0019] Die zweite Maßnahme betrifft die definierte Ableitung des verdrängten Wassers. Dazu besitzen sowohl der Speicherkörper (5) als auch ein über diesem befindlicher Dränkörper (9) eine definiert gute hydraulische Leitfähigkeit. Der Dränkörper (9) geht in seiner horizontalen Ausdehnung außerdem über den Speicherkörper (5) hinaus und bildet horizontale Kontaktflächen (14) mit dem umgebenden Erdreich (8) aus. Das aus dem Speicherkörper (5) verdrängte Wasser und/oder Sickerwasser wird schnell durch den Dränkörper (9) hindurch- und an den Kontaktflächen (14) ins Erdreich (8) abgeleitet. Je nach Bodenart des umgebenden Erdreichs ist auf eine ausreichende große Dimensionierung der Kontaktflächen (14) zu achten beziehungsweise eine Dränung des umgebenden Erdreichs (8) in Betracht zu ziehen.

[0020] Im Hinblick auf die Auswahl der Materialien für den Aufbau von Speicher- und des Dränkörpers seien folgende Überlegungen vorangestellt: Der verwertbare Energieinhalt des erfindungsgemäßen Energiespeichers (1) wird hauptsächlich vom Volumen des in ihm enthaltenen Speicherwassers (2) bestimmt. Das poröse Material des Speicherkörpers (5), beispielsweise Kies, nimmt vorwiegend eine mechanische Stützfunktion wahr.

[0021] Die Wärmekapazität des Kieses ist mit etwa 0,84 kJ/(kg K) zwar respektabel, dennoch reicht sie erstens nicht an jene von Wasser (4,18 kJ/(kg K)) heran, und zweitens fällt beim Kies der Phasenübergang aus; dagegen kann dem Wasser im Temperaturbereich von +0 °C bis -0 °C die Schmelzenthalpie von 333,5 kJ/kg entzogen werden. Geht man beispielsweise von Spei-

chertemperaturen im Bereich von +10 °C bis -0 °C aus, so ist im Kies eine verwertbare Energiemenge von 8,4 kJ/kg enthalten, während dieser Wert bei Wasser 375,3 kJ/kg beträgt; das Wasser übertrifft den Kies im Hinblick auf die verwertbare Energiemenge massebezogen also beinahe um das 45-fache und volumenbezogen immer noch um etwa das 20-fache!

[0022] Für einen effektiven Speicherkörper (5) ist damit ein hoher Wasseranteil beziehungsweise ein großes Porenvolumen unumgänglich. Die Porosität oder auch „absolute Porosität“ ist definiert als Quotient aus dem Volumen aller Hohlräume eines Gesteinskörpers und dessen Gesamtvolumen. Daneben beschreibt die „effektive Porosität“ den Volumenanteil, in dem sich Wasser effektiv bewegen kann. Der Unterschied resultiert daraus, dass Wasser, welches in geschlossenen oder sehr kleinen Hohlräumen lagert oder als Haftwasser an der Gesteinsoberfläche adhäsiv gebunden ist, nicht am Fließvorgang teilnimmt. Mit kleiner werdendem Korn nimmt die Kornoberfläche pro Volumeneinheit und damit auch der Haftwasseranteil zu. Das Gesamtporenvolumen ist naturgemäß in den feinstkörnigen Sedimenten (Ton, Schluff; Korngrößen unter 0,063 Millimeter, Einteilung nach DIN 4022) am größten, das effektive Porenvolumen wegen der großen Kornoberfläche jedoch am geringsten. Dieses erreicht in den Sanden (Korngrößen von 0,063 bis 2 Millimeter) ein Optimum und nimmt dann mit zunehmender Kornvergrößerung bis hin zu den Kiesen (Korngrößen von 2 bis 63 Millimeter) weiter ab.

[0023] Bei der Auswahl des Materials für den Speicherkörper (5) steht dem Ziel eines möglichst großen Gesamtporenvolumens eine kleiner werdende hydraulische Leitfähigkeit bei kleiner werdenden Korngrößen entgegen. Bei einer zu geringen hydraulischen Leitfähigkeit kann im Zuge des Gefriervorgangs entstehendes „Überschusswasser“ nicht mehr oder nicht rechtzeitig verdrängt werden. Es muss also ein Kompromiss eingegangen werden. Die Notwendigkeit der Festlegung von unteren Korngrößengrenzen ist beispielsweise auch aus dem Straßenbau bekannt. Frost führt in bindigen Böden dazu, dass kapillar angezogenes Wasser friert und sich Eiskristalle bilden, die unter Druckausübung und Verdrängung anwachsen.

[0024] Nach dem Abtauen des Eises und unter Belastung brechen die entstandenen Hohlräume zusammen. Die Gründungen im Straßenbau müssen deswegen unbedingt „frostunempfindlich“ ausgeführt werden. Böden werden deshalb im Bauwesen nach ihrer Frostempfindlichkeit mit den Symbolen F1, F2 und F3 klassifiziert. Dabei bedeutet F1 „nicht frostempfindlich“, F2 „gering bis mittel frostempfindlich“ und F3 „sehr frostempfindlich“. Als „nicht frostempfindlich (F1)“ werden Böden (im Wesentlichen) dann eingestuft, wenn der Anteil des Korns mit einer Korngröße kleiner als 0,063 Millimeter unter 5 Prozent liegt (vergleiche ZTVE-StB 97, Erdarbeiten im Straßenbau).

[0025] In DIN 18196 (06/2006) werden Böden für bautechnische Zwecke klassifiziert. Die mit den Symbolen GW, GI, GE, SW, SI, SE eingestuftten Böden gelten automatisch als „nicht frostempfindlich (F1)“. Es handelt sich dabei um eng gestufte Sande beziehungsweise Kiese (SE, GE) und intermittierend bis weit gestufte Sand-Kies-Gemische (SI, GI, SW, GW). Bei einem „nicht frostempfindlichen“ Boden kann davon ausgegangen werden, dass sich seine mechanischen Eigenschaften nicht verändern, wenn das in ihm befindliche Wasser gefriert und wieder auftaut.

[0026] Im Hinblick auf das Porenvolumen weisen Brechsande/-kiese einen höheren Wert als natürliche Rundsande/-kiese auf. Das Porenvolumen steigt außerdem an, wenn die Korngrößen statistisch in einem engen Bereich („enge Stufung“) liegen. Kleine Teilchen können dann nicht in die Hohlräume zwischen den großen Teilchen verschwinden und den Porenraum verkleinern.

[0027] Eine Quantifizierung der hydraulischen Leitfähigkeit eines Bodens erfolgt durch den sogenannten „Durchlässigkeitsbeiwert“ (DIN 18130). Seine Einheit ist Meter pro Sekunde (m/s), jedoch ist er keine eigentliche Geschwindigkeit, sondern nur eine Hilfsgröße. Größenordnungen für die Durchlässigkeitsbeiwerte (K-Werte) verschiedener Sentimente sind: Tone und Schluffe zwischen 10^{-11} m/s und 10^{-5} m/s; Sande zwischen 10^{-5} m/s (Feinsand) und 10^{-3} m/s (Grobsand); Kiese zwischen 10^{-3} m/s und 10^{-1} m/s. Böden mit K-Werten unter 10^{-8} m/s werden als „sehr schwach durchlässig“ klassifiziert, zwischen 10^{-8} m/s und 10^{-6} m/s als „schwach durchlässig“, zwischen 10^{-6} m/s und 10^{-4} m/s als „durchlässig“, zwischen 10^{-4} m/s und 10^{-2} m/s als „stark

durchlässig" und über 10^{-2} m/s als „sehr stark durchlässig“.

[0028] Der erfindungsgemäße Energiespeicher (1) wird bevorzugt so ausgeführt, dass sowohl der Dränkörper (9) als auch der Speicherkörper (5) aus einem eng gestuften Kies (Bodenklasse „GE“) aufgebaut werden. Bei dieser Ausführung gehen der Speicherkörper (5) und der Dränkörper (9) sozusagen nahtlos ineinander über. Der Speicherkörper unterscheidet sich vom Dränkörper (9) nur dadurch, dass sein Porenraum Wasser (2) enthält, während es aus dem Dränkörper (9) abgeleitet wird.

[0029] Die Körnungen liegen insbesondere bei 4-8 Millimeter beziehungsweise 2-4 Millimeter. Bei einem sogenannten Edelsplitt erreicht das Porenvolumen wenigstens 40 Prozent, allerdings ist die mechanische Belastung des Rohrwärmetauschers (6) und der Hülle (4) höher als bei einem Rundkorn oder bei Sand.

[0030] Des Weiteren wird der Speicherkörper (5) bevorzugt in einer grabenförmigen Aushebung ausgebildet, wobei die Grabenbreite etwa einen Meter beträgt. Diese Aushebung ist leicht herzustellen; zudem wird durch die (bezogen auf das Speichervolumen) große Oberfläche ein guter Wärmeübergang zum Erdreich (8) hergestellt und damit die Aberntung der dort vorhandenen Wärmeenergie ermöglicht.

[0031] Um das Einschwemmen von feinkörnigen Sedimenten aus dem Erdreich (8) in den Speicher- (5) und/oder Dränkörper (9) zu verhindern, wird der Dränkörper (9) in der bevorzugten Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Energiespeichers (1) mit einem Filtervlies (11) umhüllt. Alternativ können auch Speicher- und Dränkörper gemeinsam mit einem Filtervlies (11) umhüllt werden. Bei der Auswahl des Filtervlieses (11) ist auf Filterstabilität zu achten.

[0032] Fig.2 zeigt den schematischen Längsschnitt einer Variante des erfindungsgemäßen Energiespeichers (1). Bei dieser Variante wird das verdrängte Wasser und/oder Sickerwasser durch ein in den Dränkörper (9) hineinragendes Dränrohr (10) abgeleitet.

[0033] Steigt das Wasser innerhalb des Dränkörpers (9) auf das Niveau des Dränrohres (10) an, wird es durch dieses rasch nach außen, beispielsweise in ein externes Abwasser- oder Entwässerungssystem (16), abgeleitet. Der rasche Transport des Wassers zum Dränrohr (10) selbst ist durch die hohe hydraulische Leitfähigkeit des Dränkörpers (9) sichergestellt. Bei dieser Variante kann auch der Dränkörper (9) durch die wasserdichte Hülle (4) gegen das Erdreich (8) abgedichtet werden. Um die Gefahr des Einschwemmens von feinkörnigen Sedimenten in den Drän- beziehungsweise Speicherkörper zu vermindern, liegt es außerdem nahe, den Dränkörper (9) auch nach oben durch die Hülle (4) vom Erdreich (8) abzugrenzen. Am einfachsten kann dies realisiert werden, indem die Folie (4) nach dem Einbringen des Speicherkörpers (5) und des Dränkörpers (9) einfach über letzterem zusammengeschlagen wird.

[0034] Fig.3 zeigt den schematischen Längs- und Querschnitt einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Energiespeichers (1). In ihr wird die hydraulische Leitfähigkeit des Speicherkörpers (5) durch vertikale, in den Dränkörper (9) hineinragende Dränrohre (12) erhöht. Dies erlaubt die Verwendung feinkörnigerer Sedimente zum Aufbau des Speicherkörpers (5). Bei sandigen Böden kann auch der Aushub oder zumindest eine aufbereitete Form des Aushubs zum Aufbau des Speicherkörpers (5) verwendet werden. Unterschreitet der Durchlässigkeitsbeiwert des Speicherkörpers (5) einen Grenzwert von 10^{-3} m/s ist es sinnvoll, seine hydraulische Leitfähigkeit durch die Dränrohre (12) zu erhöhen.

[0035] Fig. 4 zeigt die schematische Einbindung des erfindungsgemäßen Energiespeichers (1) in ein Heizungs- beziehungsweise Kühlsystem. Der Energiespeicher (1) ist dabei in den Primärkreis einer Wärmepumpe (18) geschaltet. Die Wärmepumpe (18) entzieht dem Energiespeicher (1) Wärmeenergie, hebt das Temperaturniveau an und stellt die Wärmeenergie dem Verbraucher (19) auf dem erhöhten Temperaturniveau zur Verfügung. Die Regeneration des Energiespeichers (1) erfolgt durch einen Luft-Sole-Wärmetauscher (20), beispielsweise einen sogenannten „Energiezaun“. Dieser besteht aus einer Vielzahl von parallel geschalteten PE-Rohren, die der Luft Wärme entziehen und diese über eine Sole (6a) in den Energiespeicher (1) transportieren. Über ein Umschaltventil (21) wird der Luft-Sole-Wärmetauscher (20) in den Primär-

kreis geschaltet, wenn die Lufttemperatur über der Temperatur des Speichermediums (2) liegt. Die Regeneration des Energiespeichers (1) kann auch erfolgen, wenn die Wärmepumpe (18) aktiv ist. Ist die Wärmepumpe (18) „reversibel“ ausgeführt, kann der Energiespeicher (1) auch zur Aufnahme von Wärme aus dem Sekundärkreis (Kühlbetrieb) verwendet werden.

BEZUGSZEICHENAUFSTELLUNG

- 1 Energiespeicher
- 2 Speichermedium Wasser
- 3 Poröses Material
- 4 Wasserdichte Hülle
- 5 Speicherkörper
- 6 Rohrwärmetauscher
- 6a Wärmeträgermedium (Sole)
- 7 Einzelkreis
- 7a Einzelkreis-Vorlauf
- 7b Einzelkreis-Rücklauf
- 7c Gesamtvorlauf
- 7d Gesamtrücklauf
- 8 Erdreich
- 9 Dränkörper
- 10 Dränrohr
- 11 Filtervlies
- 12 Vertikales Dränrohr
- 13 Soleverteiler
- 14 Kontaktfläche
- 15 Horizontale Schicht
- 16 Entwässerungssystem
- 17 Endstopfen
- 18 Wärmepumpe
- 19 Verbraucher
- 20 Luft-Sole-Wärmetauscher
- 21 Umschaltventil

Patentansprüche

1. Energiespeicher (1) bestehend aus:
 - a) einem im Erdreich (8) befindlichen Speicherkörper (5), aufgebaut aus porösen Material (3) dessen Porenraum bis zur Sättigung mit dem Speichermedium Wasser (2) gefüllt ist, und wobei einer wasserdichte Hülle (4) den Speicherkörper (5) gegen das Erdreich (8) abdichtet,
 - b) einem Rohrwärmetauscher (6) zum Ein- beziehungsweise Austrag von Wärmeenergie, durchströmt von einem flüssigen Wärmeträgermedium (6a), eingebettet in den Speicherkörper (5) ,
 - c) einem oberhalb des Speicherkörpers (5) liegenden Dränkörper (9), bestehend ebenfalls aus einem porösen Material (3),**gekennzeichnet dadurch**, dass der Energiespeicher (1) als Latentwärmespeicher ausgebildet ist und das poröse Material (3) einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (gesättigte hydraulische Leitfähigkeit) von wenigstens 10^{-4} m/s für den Speicherkörper (5) und wenigstens 10^{-3} m/s für den Dränkörper (9) aufweist.
2. Energiespeicher (1) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, dass der Speicherkörper (5) und/oder Dränkörper (9) aus einem enggestuften Kies (rund oder gebrochen) aufgebaut wird, wobei dieser bevorzugt eine Körnung von 4 bis 8 Millimeter oder 2 bis 4 Millimeter aufweist.
3. Energiespeicher (1) nach den Ansprüchen 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, dass der Rohrwärmetauscher (6) aus einer Mehrzahl von strömungsmäßig parallel geschalteten Einzelkreisen (7) besteht, wobei die Einzelkreise (7) in zueinander parallelen, horizontalen Schichten (15) angeordnet sind.
4. Energiespeicher (1) nach den Ansprüchen 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, dass ein Einzelkreis (7) spiralförmig in einer horizontalen Schicht (15) verlegt ist, wobei die Rohrwindungen sich in einer ersten, unteren Lage vom Soleverteiler (13) entfernen und in einer zweiten, oberen Lage wieder zu diesem zurückführen.
5. Energiespeicher (1) nach den Ansprüchen 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, dass der Dränkörper (9) an wenigstens einer Stelle eine horizontale Kontaktfläche (14) mit dem Erdreich (8) ausbildet, und aus dem Speicherkörper (5) verdrängtes Wasser und/oder Sickerwasser an diesen Stellen ins Erdreich (8) abgeleitet wird.
6. Energiespeicher (1) nach den Ansprüchen 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, dass aus dem Speicherkörper (5) verdrängtes Wasser und/oder Sickerwasser über ein in den Dränkörper (9) hineinragendes Dränrohr (10) nach außen abgeleitet wird.
7. Energiespeicher (1) nach den Ansprüchen 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, dass eine Mehrzahl von vertikalen, in den Dränkörper (9) hineinragenden Dränrohren (12) in den Speicherkörper (5) eingebettet sind.
8. Energiespeicher (1) nach den Ansprüchen 1 bis 7, **gekennzeichnet dadurch**, dass der Dränkörper (9) und/oder der Speicherkörper (5) und/oder der Speicherkörper (5) gemeinsam mit dem Dränkörper (9) und/oder ein vertikales Dränrohr (12) und/oder ein Dränrohr (10) mit einem Filtervlies (11) umhüllt sind.
9. Energiespeicher (1) nach den Ansprüchen 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, dass der Speicherkörper (5) in einer grabenförmigen Aushebung ausgebildet ist, wobei die Grabenbreite etwa einen Meter beträgt.
10. Energiespeicher (1) nach den Ansprüchen 1 bis 9, **gekennzeichnet dadurch**, dass er unter einer versiegelten Oberfläche ausgeführt wird.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

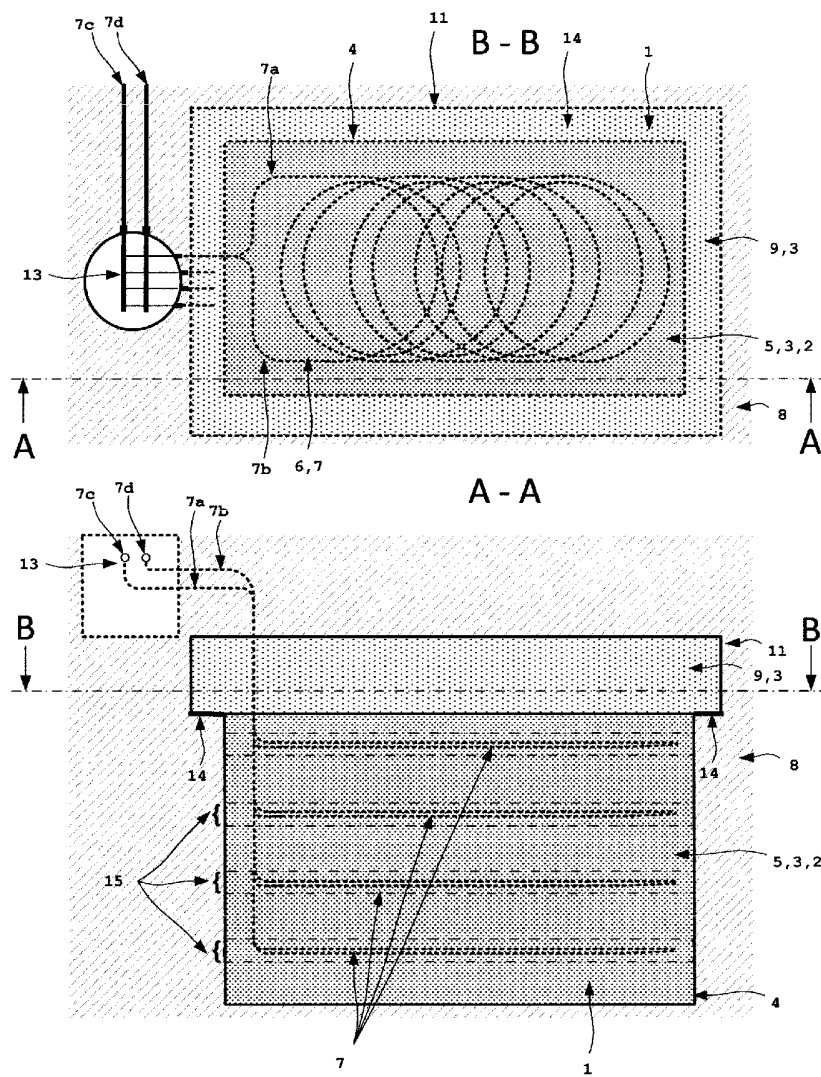


Fig. 2

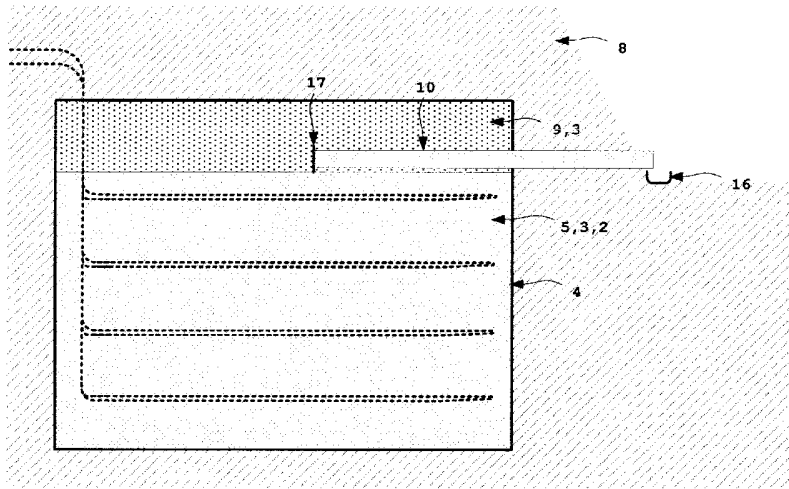


Fig. 3

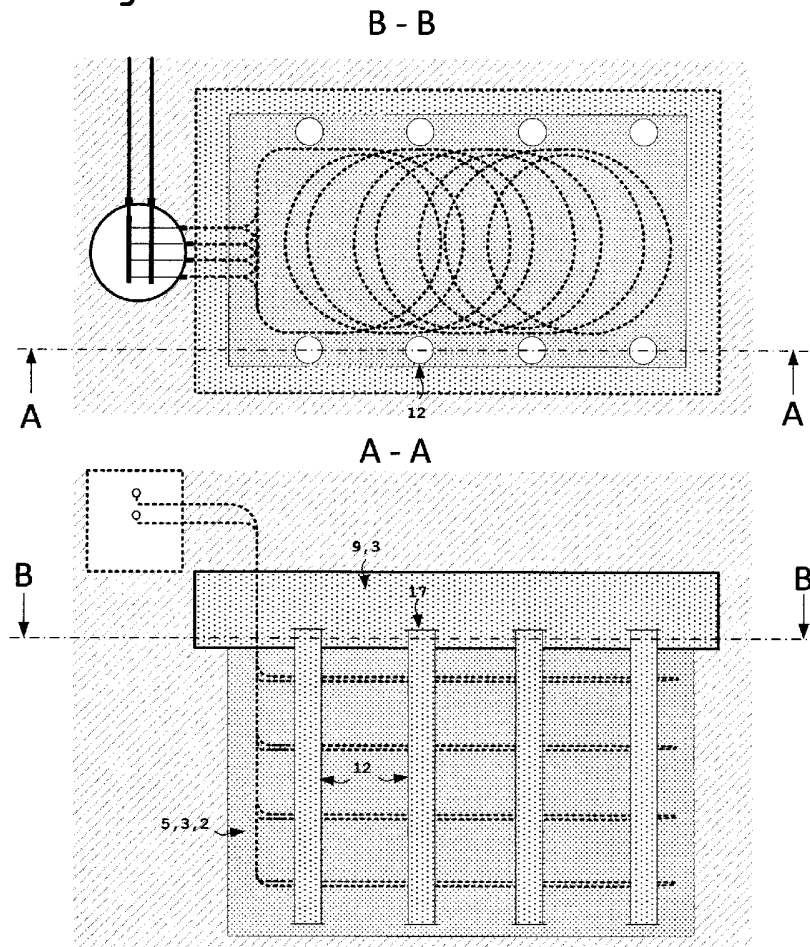


Fig. 4

