



(10) **DE 10 2016 112 784 A1** 2018.01.18

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 112 784.1**

(22) Anmeldetag: **12.07.2016**

(43) Offenlegungstag: **18.01.2018**

(51) Int Cl.: **F24S 50/00 (2018.01)**

(71) Anmelder:
**Viessmann Werke GmbH & Co KG, 35108
Allendorf, DE**

(74) Vertreter:
**RPK Patentanwälte Reinhardt, Pohlmann und
Kaufmann Partnerschaft mbB, 70192 Stuttgart,
DE**

(72) Erfinder:
**Pfannkuch, Moritz, 70197 Stuttgart, DE;
Brockmann, Robert, 60316 Frankfurt, DE; Vaupel,
Manfred, 35066 Frankenberg, DE; Fuchs, Sven,
70186 Stuttgart, DE; Lüdemann, Heiko, 74223
Flein, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	39 25 145	A1
DE	196 43 438	A1
DE	199 39 143	A1
DE	10 2004 005 962	A1
DE	10 2008 029 527	A1
DE	10 2011 078 474	A1

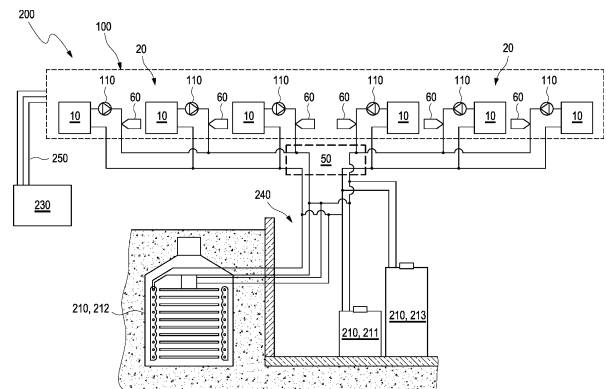
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Kollektorfeld, Energieversorgungssystem mit einem Kollektorfeld sowie Verfahren zum Betreiben eines Energieversorgungssystems**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kollektorfeld (100), insbesondere Luft-Sole-Kollektorfeld, umfassend zwei oder mehr Kollektoreinheiten (10), die von einem Wärmeträgerfluid durchströmbar sind und die zur strömungsmäßigen Verbindung mit einem hydraulischen Kreislauf (240) und wenigstens einer in dem hydraulischen Kreislauf (240) angeordneten gemeinsamen Wärmesenke (210, 220, 202) und/oder wenigstens einer wenigstens temporär als Wärmequelle dienenden gemeinsamen Wärmesenke (210, 220) vorgesehen sind. Wenigstens zwei separate Fördereinheiten (110) sind vorgesehen, wobei jede der Fördereinheiten (110) zum Fördern eines Massenstroms des Wärmeträgerfluids durch jeweils eine der Kollektoreinheiten (10) vorgesehen ist.

Die Erfindung betrifft ferner ein Energieversorgungssystem (200) mit einem Kollektorfeld (100) sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Energieversorgungssystems (200).



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kollektorfeld, insbesondere ein Luft-Sole-Kollektorfeld, ein Energieversorgungssystem mit einem Kollektorfeld sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Energieversorgungssystems nach den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

[0002] Luftkollektoren übernehmen als Bestandteil einer Energiespeichertechnik, z.B. einer Eisspeichertechnik, unterschiedliche zentrale Aufgaben. Sie dienen einerseits als Primärwärmequelle für Sole-Luft-Wärmepumpen, andererseits als Wärmesenke der anfallenden Abwärme im aktiven Kühlbetrieb der Wärmepumpe. Weiterhin dienen sie als Wärmequelle zur Regeneration des Eisspeichers. Dabei kommen gerade bei leistungsstarken Anlagen für Gewerbebetriebe, Messehallen und dergleichen Kollektorfelder zum Einsatz, die eine Mehrzahl von Kollektoren umfassen, die jeweils aus mehreren Teilsträngen gebildet sind.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kollektorfeld mit von einem Wärmeträgerfluid durchströmbar Kollektoreinheiten zu schaffen, das ein verbessertes Betriebsverhalten ermöglicht.

[0004] Eine weitere Aufgabe ist es, ein verbessertes Energieversorgungssystem mit einem solchen Kollektorfeld anzugeben.

[0005] Eine weitere Aufgabe ist es, ein Verfahren zum Betreiben eines Energieversorgungssystems mit einem Kollektorfeld zu schaffen, das einen verbesserten Betrieb des Energieversorgungssystems erlaubt.

[0006] Die Aufgaben werden durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

[0007] Es wird ein Kollektorfeld vorgeschlagen, insbesondere ein Luft-Sole-Kollektorfeld, umfassend Kollektoreinheiten, die von einem Wärmeträgerfluid durchströmbar sind und die zur strömungsmäßigen Verbindung mit einem hydraulischen Kreislauf und wenigstens einer in dem hydraulischen Kreislauf angeordneten gemeinsamen Wärmesenke oder wenigstens einer wenigstens temporär als Wärmequelle dienenden gemeinsamen Wärmesenke vorgesehen sind. Wenigstens zwei separate Fördereinheiten sind vorgesehen und den Kollektoreinheiten zugeordnet, wobei jede der Fördereinheiten zum Fördern eines

Massenstroms des Wärmeträgerfluids durch jeweils eine der Kollektoreinheiten vorgesehen ist.

[0008] Eine üblicherweise gemeinsame zentrale Fördereinheit, welche in dem hydraulischen Kreislauf Wärmeträgerfluid fördert und damit für alle Kollektoreinheiten des Kollektorfelds gemeinsam ist, wird vorteilhaft durch dezentrale Fördereinheiten an wenigstens zwei der Kollektoreinheiten ersetzt. Dies erlaubt eine flexible Anpassung des Massenstroms durch die einzelnen Kollektoreinheiten. Vorteilhaft kann das Leistungspotenzial der betreffenden Kollektoreinheiten besser genutzt werden, indem eine homogene Durchströmung der Kollektoreinheiten erreicht wird und Unterschiede im Druckverlust zwischen den Kollektoreinheiten ausgeglichen werden können. Solche Unterschiede können in der Praxis häufig auf aufgrund großer Leitungslängen der üblicherweise aus Rohrleitungen, insbesondere Kunststoffrohrleitungen, gefertigten Kollektoreinheiten, der manuellen Fertigung von Kollektoreinheiten und Anbindeleitungen zur Wärmesenke, etwa einem Wärmespeicher und/oder einer Wärmepumpe, auftreten. Vorteilhaft können bei allen Kollektoreinheiten dezentrale Fördereinheiten vorgesehen sein.

[0009] Durch dezentrale Fördereinheiten können darüber hinaus zeitlich veränderliche Unterschiede bei den Kollektoreinheiten, etwa durch unterschiedliche Beschattung der Kollektoreinheiten, unterschiedliche Sonneneinstrahlung auf die Kollektoreinheiten, unterschiedlichem Wärmeeintrag durch Wind und dergleichen, ausgeglichen werden. Die Fördereinheiten können beispielsweise regelbare Pumpen sein.

[0010] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Kollektorfelds können mindestens zwei der Kollektoreinheiten strömungsmäßig parallel geschaltet sein. Dies erlaubt eine besonders flexible Anpassung des Massenstroms durch einzelne Kollektoreinheiten gegenüber einer bekannten Vorrichtung mit einer zentralen Fördereinheit.

[0011] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Kollektorfelds kann bei jeder der Kollektoreinheiten jeweils eine Fördereinheit zum Fördern des Wärmeträgerfluids durch die jeweilige Kollektoreinheit vorgesehen sein. Die Durchströmung der Kollektoreinheiten kann weiter homogenisiert werden. Die dezentralen Fördereinheiten bieten weiterhin den Vorteil, dass die Durchströmung der einzelnen Kollektoreinheiten bei Bedarf dynamisch verändert werden kann.

[0012] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Kollektorfelds kann wenigstens einer der Fördereinheiten eine Temperatur-Überwachungseinheit zur Überwachung einer Eingangstemperatur und/oder einer Ausgangstemperatur des durch die zugehörige Kollektoreinheit strömenden Wärmeträgerfluids zugeordnet sein. Dies erlaubt eine dynamische Anpassung

sung des Massenstroms durch die einzelnen Kollektorstränge und/oder durch den Kollektor abhängig von einem erfassten Temperaturunterschied und/oder einer erfassten Temperatur. Insbesondere kann die Temperatur-Überwachungseinheit zum Anschließen an ein elektrisches Bus-System vorgesehen sein. Das Bus-System erlaubt einen einfachen Anschluss einer großen Zahl von Komponenten an die Zentraleinheit und eine gezielte Einstellung der Förderleistung der Fördereinheiten abhängig von den erfassten Betriebsparametern der Kollektoreinheiten. Günstigerweise kann jeder der Fördereinheiten eine Temperatur-Überwachungseinheit zugeordnet sein.

[0013] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Kollektorfelds kann wenigstens einer der Fördereinheiten eine Massenstrom-Überwachungseinheit zur Überwachung des durch die zugehörige Kollektoreinheit geförderten Massenstroms des Wärmeträgerfluids zugeordnet sein. Insbesondere kann die Massenstrom-Überwachungseinheit zum Anschließen an ein elektrisches Bus-System vorgesehen sein. Vorteilhaft kann eine Zentraleinheit zum Steuern und/oder Regeln der Fördereinheit vorgesehen sein. Die Durchströmung des Kollektors und/oder der einzelnen Kollektorstränge kann gezielt über die erfassten Betriebsparameter angepasst werden.

[0014] Das Bus-System erlaubt einen einfachen Anschluss einer großen Zahl von Komponenten an die Zentraleinheit und eine gezielte Einstellung der Förderleistung der Fördereinheiten abhängig von den erfassten Betriebsparametern der Kollektoreinheiten. Günstigerweise kann jeder der Fördereinheiten eine Massenstrom-Überwachungseinheit zugeordnet sein.

[0015] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Kollektorfelds können die verschiedenen Kollektoreinheiten so ausgestaltet sein, dass sie bei gleichem Durchfluss des Massenstroms des Wärmeträgerfluids durch die individuellen Kollektoreinheiten einen im Wesentlichen gleichen Druckverlust aufweisen. Dadurch können Kollektoreinheiten im Kollektorfeld in der so genannten Tichelmann-Technik aufgebaut sein. Dies vereinfacht den Betrieb des Kollektorfelds. Alternativ kann auch ein anderer Aufbau der Kollektoreinheiten gewählt werden, da die dezentralen Fördereinheiten es erlauben, jede Kollektoreinheit separat anzusteuern.

[0016] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Kollektorfelds können wenigstens die Kollektoreinheiten wenigstens einen Einzelkollektor und/oder wenigstens eine Gruppe von Einzelkollektoren umfassen, wobei bevorzugt wenigstens zwei der Kollektoreinheiten strömungsmäßig parallel geschaltet sein können. Dies erlaubt eine weitere flexible und dynamische Anpassung des Massenstroms durch die Kollektoreinheiten. Dabei können Einzelkollektoren in-

nerhalb einer oder mehrerer Gruppen strömungsmäßig in Serie und/oder parallel geschaltet vorgesehen sein.

[0017] Insbesondere können Kollektoreinheiten aus zwei oder mehr Einzelkollektoren gebildet sein, die strömungsmäßig parallel und/oder seriell zusammengefasst sein können. Dies erlaubt eine Anpassung der Kollektoreinheiten an unterschiedliche Anforderungen von unterschiedlich leistungsstarken Wärmesenken im hydraulischen Kreislauf sowie einen räumlich individuell angepassten Massenstrom durch Kollektoreinheiten des Kollektorfelds.

[0018] Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung wird ein Energieversorgungssystem vorgeschlagen mit einem Kollektorfeld, umfassend einen hydraulischen Kreislauf, wobei das Kollektorfeld Kollektoreinheiten umfasst, die von einem Massenstrom eines Wärmeträgerfluids des hydraulischen Kreislaufs durchströmbar sind, sowie umfassend wenigstens eine über den hydraulischen Kreislauf versorgte gemeinsame Wärmesenke oder wenigstens eine wenigstens temporär als Wärmequelle dienende gemeinsame Wärmesenke im hydraulischen Kreislauf angeordnet sind. Wenigstens zwei separate Fördereinheiten sind vorgesehen, wobei jede der Fördereinheiten zum Fördern des Wärmeträgerfluids durch eine separate der Kollektoreinheiten vorgesehen ist.

[0019] Durch dezentrale Fördereinheiten, insbesondere regelbare Pumpen, an den Kollektoreinheiten des Kollektorfelds kann eine flexible Anpassung des Massenstroms durch die einzelnen Kollektoreinheiten erfolgen. Vorteilhaft kann das Leistungspotenzial der einzelnen Kollektoreinheiten besser genutzt werden, indem eine homogene Durchströmung der Kollektoreinheiten erreicht wird und Unterschiede im Druckverlust zwischen den Kollektoreinheiten ausgeglichen werden können.

[0020] Ferner kann durch die homogenere Durchströmung der Kollektoreinheiten in dem Kollektorfeld die Eingangstemperatur des Wärmeträgerfluids an den Wärmesenken angehoben werden. Die Wärmesenken können vorteilhaft eine Wärmepumpe und/oder einen Energiespeicher, insbesondere einen Latentwärmespeicher, bevorzugt einen Eisspeicher und/oder ein Warmwasserspeicher umfassen.

[0021] Eine Erhöhung der Vorlauftemperatur der Wärmepumpe um 1 Kelvin generiert etwa 3% Prozent mehr Leistung an einer Wärmepumpe. Es kann auch eine höhere Endtemperatur erreicht werden, so dass beispielsweise Brauchwasser mit erhöhter Temperatur, beispielsweise bis zu 50°C, ökonomisch bereitgestellt und ggfs. gespeichert werden kann. Ebenso kann eine Regeneration des Latentwärmespeichers, insbesondere Eisspeichers, verbessert werden, wenn die Eingangstemperatur am Eisspeicher

des vom Kollektorfeld kommenden Wärmeträgerfluids angehoben werden kann. Dieser kann bereits bei Temperaturen geringfügig über dem Gefrierpunkt Wärme zur Regeneration aufnehmen.

[0022] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann wenigstens eine der Kollektoreinheiten im hydraulischen Kreislauf wahlweise wenigstens zeitweise als Wärmequelle oder als Wärmesenke vorgesehen sein. So kann die Wärmepumpe im aktiven Kühlbetrieb statt im Heizbetrieb betrieben werden und so beispielsweise ein Gebäude im Sommer kühlen. Die überschüssige Wärme kann über das Kollektorfeld abgegeben werden.

[0023] Dabei kann über den für die Kollektoreinheiten individuell einstellbaren Massenstrom gezielt Wärme in Bereiche des Kollektorfelds eingespeist werden, wo diese besonders effizient abgegeben werden kann, beispielsweise in beschatteten oder gut durchlüfteten Bereichen.

[0024] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems können Kollektoreinheiten im Kollektorfeld so ausgestaltet sein, dass sie bei Durchfluss eines gleichen Massenstroms des Wärmeträgerfluids einen im Wesentlichen gleichen Druckverlust aufweisen. Günstigerweise können die Kollektoreinheiten im Kollektorfeld in der so genannten Tichelmann-Technik aufgebaut sein. Dies vereinfacht den Betrieb des Kollektorfelds. Alternativ kann auch ein anderer Aufbau der Kollektoreinheiten gewählt werden, da die dezentralen Fördereinheiten es erlauben, jede Kollektoreinheit separat anzusteuern.

[0025] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann wenigstens einer der Fördereinheiten eine Temperatur-Überwachungseinheit zur Überwachung einer Eingangstemperatur und/oder einer Ausgangstemperatur des durch die zugehörige Kollektoreinheit strömenden Wärmeträgerfluids zugeordnet sein, wobei bevorzugt jeder der Fördereinheiten eine Temperatur-Überwachungseinheit zugeordnet sein kann. Abhängig von einer erfassten Temperatur oder Temperaturdifferenz kann die Durchströmung die Kollektoreinheiten über das Kollektorfeld räumlich differenziert und zeitlich variabel angepasst werden.

[0026] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann wenigstens einer der Fördereinheiten eine Massenstrom-Überwachungseinheit zur Überwachung eines durch die zugehörige Kollektoreinheit strömenden Massenstroms des Wärmeträgerfluids zugeordnet sein, wobei bevorzugt jeder Fördereinheit eine Massenstrom-Überwachungseinheit zugeordnet sein kann. Die Durchströmung der Kollektoreinheiten kann gezielt über die erfassten Betriebsparameter angepasst werden. Abweichungen von Sollwerten können gezielt ausgegli-

chen werden. Die Leistung einzelner Kollektoreinheiten kann räumlich differenziert und zeitlich variabel angepasst werden.

[0027] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems können wenigstens zwei der Fördereinheiten über ein elektrisches Bus-System an eine Zentraleinheit zur Steuerung und/oder Regelung der Fördereinheiten anschließbar sein. Insbesondere können die Temperatur-Überwachungseinheiten und/oder insbesondere die Massenstrom-Überwachungseinheiten über das elektrische Bus-System an die Zentraleinheit anschließbar angeschlossen sein. Die Durchströmung des Kollektorfelds kann gezielt räumlich und zeitlich differenziert über die erfassten Betriebsparameter angepasst werden. Das Bus-System erlaubt einen einfachen Anschluss einer großen Zahl von Komponenten an die Zentraleinheit.

[0028] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann die wenigstens eine über den hydraulischen Kreislauf versorgten gemeinsame Wärmesenke oder die wenigstens eine wenigstens temporär als Wärmequelle dienende gemeinsame Wärmesenke einen Energiespeicher, insbesondere einen Latent-Wärmespeicher, vorzugsweise einen Eisspeicher und/oder eine Wärmepumpe umfassen. Der Energiespeicher kann im saisonalen Wechsel entladen und aufgeladen werden. Beim Entladen des Energiespeichers wird das darin enthaltene Wärmespeichermedium über einen Entzugs-wärmetauscher im Energiespeicher abgekühlt, bis es erstarrt, und beim Aufladen wird das erstarrte Wärmespeichermedium wieder verflüssigt. Zum Aufladen kann über das Kollektorfeld erwärmtes Wärmeträgerfluid in einen oder mehrere Regenerationswärmetauscher geleitet werden, womit das Erstarren wie auch das Verflüssigen des Wärmespeichermediums gezielt beeinflusst werden kann.

[0029] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann wenigstens eine der Kollektoreinheiten direkt mit der Wärmepumpe gekoppelt sein. Alternativ und zusätzlich kann wenigstens eine der Kollektoreinheiten direkt mit dem Energiespeicher gekoppelt sein. Dies erlaubt eine sehr flexible und bedarfsangepasste Auslegung des Energieversorgungssystems.

[0030] Gemäß eines weiteren Aspekts der Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben eines Energieversorgungssystems mit einem Kollektorfeld und mit einem hydraulischen Kreislauf vorgeschlagen, wobei das Kollektorfeld Kollektoreinheiten umfasst, die von einem Massenstrom eines Wärmeträgerfluids des hydraulischen Kreislaufs durchströmt werden, sowie mit wenigstens einer über den hydraulischen Kreislauf versorgten gemeinsamen Wärmesenke oder we-

nigstens einer wenigstens temporär als Wärmequelle dienenden gemeinsamen Wärmesenke.

[0031] Wenigstens zwei der Kollektoreinheiten sind mit jeweils einer separaten Fördereinheit verbunden und werden von der jeweils der Kollektoreinheit zugeordneten einen Fördereinheit mit einem Massenstrom des Wärmeträgerfluids beaufschlagt, wobei der Massenstrom des Wärmeträgerfluids wenigstens einer Fördereinheit, die Wärmeträgerfluid durch einen Kollektoreinheit fördert, abhängig von wenigstens einem Betriebsparameter wenigstens einer Kollektoreinheit eingestellt wird.

[0032] Das Leistungspotenzial des Kollektorfelds kann besser ausgenutzt werden. Die Leistung einzelner Kollektoreinheiten und/oder Gruppen von Kollektoreinheiten kann lokal und zeitlich angepasst werden.

[0033] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Verfahrens kann ein Massenstrom des Wärmeträgerfluids wenigstens einer Fördereinheit, die Wärmeträgerfluid durch wenigstens eine Kollektoreinheit fördert, abhängig von wenigstens einem der Parameter eingestellt werden:

- (i) Soll-Gesamtmassenstrom durch die wenigstens eine Kollektoreinheit,
- (ii) Wärmeabgabe an die Umgebung der wenigstens einen Kollektoreinheit,
- (iii) Wärmeaufnahme aus der Umgebung der wenigstens einen Kollektoreinheit,
- (iv) Leistungsvermögen der wenigstens einen Kollektoreinheit,
- (v) Durchströmungsvermögen der wenigstens einen Kollektoreinheit.

[0034] Selbstverständlich können zwei oder mehrere der Parameter kombiniert werden. Dies kann auch bei Bedarf in dynamischer Weise erfolgen.

[0035] Vorteilhaft kann der Betrieb des Kollektorfelds verbessert werden. Die Leistung der Kollektoreinheiten des Kollektorfelds kann an einen aktuellen Bedarf angepasst werden. Einzelne Kollektoreinheiten und/oder Gruppen von Kollektoreinheiten können individuell angesteuert werden, um eine Verbesserung der Wärmeausbeute oder Wärmeabgabe zu erreichen.

[0036] Gemäß einer günstigen Ausgestaltung des Verfahrens kann ein durch die Fördereinheit geförderter Massenstrom an Wärmeträgerfluid zur Entfernung von Blockaden aus Kollektoreinheiten gezielt eingestellt werden. So kann eine Luftansammlung aus einer Kollektoreinheit oder einer Gruppe von Kollektoreinheiten ausgespült werden, indem der Massenstrom durch diese Kollektoreinheit oder Gruppe von Kollektoreinheiten relativ zu den anderen Kol-

lektoreinheiten oder Gruppen von Kollektoreinheiten kurzzeitig stark erhöht wird.

Zeichnung

[0037] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0038] Es zeigen beispielhaft:

[0039] Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Energiespeichersystem nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem ein Kollektorfeld mit zwei Kollektorteilsträngen, die jeweils drei Kollektoreinheiten umfassen, vorgesehen sind, von denen ein Kollektorteilstrang über einen hydraulischen Kreislauf einen Eisspeicher und eine Wärmepumpe versorgt und der andere Kollektorteilstrang mit der Wärmepumpe und einem Warmwasserspeicher gekoppelt ist;

[0040] Fig. 2 ein Energiespeichersystem nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Versorgung eines Gebäudes; und

[0041] Fig. 3 ein Blockschema eines Kollektorfelds mit Kollektoreinheiten aus Einzelkollektoren und Gruppen von Einzelkollektoren.

Ausführungsformen der Erfindung

[0042] In den Figuren sind gleichartige oder gleichwirkende Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Die Figuren zeigen lediglich Beispiele und sind nicht beschränkend zu verstehen.

[0043] Im Folgenden verwendete Richtungsterminologie mit Begriffen wie „links“, „rechts“, „oben“, „unten“, „davor“ „dahinter“, „danach“ und dergleichen dient lediglich dem besseren Verständnis der Figuren und soll in keinem Fall eine Beschränkung der Allgemeinheit darstellen. Die dargestellten Komponenten und Elemente, deren Auslegung und Verwendung können im Sinne der Überlegungen eines Fachmanns variieren und an die jeweiligen Anwendungen angepasst werden.

[0044] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Energiespeichersystem **200** nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Energiespeichersystem **200** umfasst ein Kollektorfeld **100** und einen hydraulischen Kreislauf **240**, in dem ein Wärmeträgerfluid zirkuliert, sowie Wärmesenken **210**. Das Kollektorfeld **100** versorgt die Wärmesenken **210** über den hydraulischen Kreislauf **240** mit temperier-

tem Wärmeträgerfluid. Die erste Wärmesenke **210** ist beispielsweise als Wärmepumpe **211** und die zweite Wärmesenke **210** als Energiespeicher **212**, beispielsweise als Eisspeicher **212**, ausgebildet, während die dritte Wärmesenke **210** als Warmwasserspeicher **213** ausgebildet ist. Die Wärmepumpe **211** wird zumindest zeitweise über den Eisspeicher **212** mit Wärmeträgerfluid auf Vorlauftemperatur versorgt.

[0045] Die Wärmepumpe **211** und der Eisspeicher **212** sind über den hydraulischen Kreislauf **240** gekoppelt. Dabei wird über ein Wärmeträgerfluid, beispielsweise Sole oder dergleichen, Wärme aus dem Speichermedium des Eisspeichers **212**, das insbesondere Wasser sein kann, über einen Entzugswärmetauscher im Eisspeicher **212** zum Vorlauf der Wärmepumpe **211** gefördert und von der Wärmepumpe **211** auf ein gewünschtes Temperaturniveau gebracht und Verbrauchern zur Verfügung gestellt. Das Kollektorfeld **100** dient für das Energieversorgungssystem **200** als Wärmequelle. Im Kollektorfeld **100** temperiertes Wärmeträgerfluid kann über einen oder mehrere Regenerationswärmetauscher Wärme in das Speichermedium des Eisspeichers **212** einspeisen und dieses thermisch aufladen.

[0046] Das Kollektorfeld **100** kann in bestimmten Betriebszuständen auch als Wärmesenke dienen, etwa wenn die Wärmepumpe **211** im aktiven Kühlbetrieb als Wärmequelle arbeitet und zur Kühlung eingesetzt wird. Die Abwärme der Wärmepumpe **211** kann über das Kollektorfeld **100** an die Umwelt abgegeben werden. Ebenso kann bei Bedarf der Eisspeicher **212** gekühlt werden, wenn beispielsweise ein schnelleres Entladen des Eisspeichers **212** erwünscht ist.

[0047] Das Kollektorfeld **100** umfasst in diesem Ausführungsbeispiel zwei Kollektorteilstränge **20** mit je drei strömungsmäßig parallel geschalteten Kollektoreinheiten **10** von Einzelkollektoren.

[0048] Jede Kollektoreinheit **10** der beiden Kollektorteilstränge **20** ist mit einer separaten Fördereinheit **110** gekoppelt, welche den Massenstrom des Wärmeträgermediums durch die jeweilige Kollektoreinheit **10** fördert. Die Fördereinheiten **110** können insbesondere regelbare Pumpen, sein.

[0049] Der erste Kollektorteilstrang **20** (in der Figur links) versorgt direkt den Eisspeicher **212**, insbesondere zur Regeneration des Eisspeichers **212**. Der zweite Kollektorteilstrang **20** (in der Figur rechts) versorgt die Wärmepumpe **211** im Kollektordirektbetrieb und den Warmwasserspeicher **213**.

[0050] Jeder Fördereinheit **110** im Kollektorfeld **100** ist eine Massenstrom-Überwachungseinheit **60** zugeordnet. Den Fördereinheiten **110** in jedem der Kollektorteilstränge **20** ist eine gemeinsame Temperatur-Überwachungseinheit **50** zugeordnet, wobei optional

auch jeder Fördereinheit **110** eine separate Temperatur-Überwachungseinheit **50** zugeordnet sein kann.

[0051] Die Fördereinheiten **110** und die Überwachungseinheiten **50**, **60** sind über ein Bus-System **250** an eine Zentraleinheit **230** angeschlossen, welche auf der Basis der erfassten Betriebsparameter des Kollektorfelds **100** und der Kollektoreinheiten **10** die Förderleistung der Fördereinheiten **110** einstellen kann.

[0052] Der hydraulische Kreislauf **240** besteht beispielsweise aus zwei Teilkreisen. Der erste Kollektorteilstrang **20** versorgt über den ersten Teilkreis den Energiespeicher **212** und darüber die Wärmepumpe **211**. Der Energiespeicher **212** wird im saisonalen Wechsel thermisch entladen und aufgeladen. Beim thermischen Entladen des Eisspeichers **212** wird das darin enthaltene Wärmespeichermedium über einen Entzugswärmetauscher im Eisspeicher **212** abgekühlt, bis es erstarrt, und beim thermischen Aufladen wird das erstarrte Wärmespeichermedium wieder verflüssigt. Zum Aufladen kann über das Kollektorfeld **100** erwärmtes Wärmeträgerfluid in einen oder mehrere Regenerationswärmetauscher geleitet werden, womit das Erstarren wie auch das Verflüssigen des Wärmespeichermediums gezielt beeinflusst werden kann.

[0053] Der zweite Kollektorteilstrang **20** (in der Figur rechts) ist über den zweiten Teilkreis direkt mit der Wärmepumpe **211** im Kollektordirektbetrieb und mit dem Warmwasserspeicher **213** als Verbraucher verbunden.

[0054] Dadurch, dass jede Kollektoreinheit **10** der Kollektorteilstränge **10** mit einer eigenen Fördereinheit **110** gekoppelt ist, kann jeder der Kollektorteilstränge **20** und jede Kollektoreinheit **10** darin optimal mit Wärmeträgerfluid durchströmt werden. Fertigungs- und montagebedingte Heterogenitäten in der Durchströmung der einzelnen Kollektoreinheiten **10** können ausgeglichen werden. Ebenso können temporäre Leistungsunterschiede einzelner Kollektoreinheiten **10** ausgeglichen werden. Der Verrohrungsaufwand wird verringert, da keine zusätzliche Verrohrung zu einer abgesetzt angeordneten zentralen Fördereinheit benötigt wird. Ferner können einzelne Kollektoreinheiten **10** durch gezielten Einsatz der Fördereinheiten **110** gezielt entlüftet werden.

[0055] Dadurch, dass einzelne Kollektoreinheiten **10** durch die Überwachungseinheiten **50**, **60** überwacht werden können und der Massenstrom durch die einzelnen Kollektoreinheiten **10** entsprechend angepasst werden, kann mehr Wärme aus der Umgebung aufgenommen werden, beispielsweise bis zu 40% mehr. Der Betrieb wird effizienter. Alternativ oder zusätzlich kann die Fläche der Kollektorfeld **100** verkleinert werden.

[0056] Die höhere Effizienz des Kollektorfelds **100** erlaubt zum einen, die durch den zweiten Kollektorteilstrang **20** bestimmte Vorlauftemperatur der Wärmepumpe **211** um einige Kelvin anzuheben, wobei eine Erhöhung um 1 Kelvin bis zu 3% mehr Leistung der Wärmepumpe **211** entspricht. Zum anderen ist durch die Ankopplung des zweiten Kollektorteilstrangs **20** an die Wärmepumpe **211** im Kollektordirektbetrieb der Wärmepumpe **211** eine hohe Endtemperatur, beispielsweise bis zu 50°C, erreichbar.

[0057] Vorteilhaft kann das Energieversorgungssystem **200** mit dem Kollektorfeld **100** so betrieben werden, dass der Massenstrom durch jeden der Kollektorteilstränge **20** und jede ihrer Kollektoreinheiten **10** abhängig von wenigstens einem Betriebsparameter des jeweiligen Kollektorteilstrangs **20** und/oder ihrer Kollektoreinheiten **10** eingestellt wird.

[0058] Der Massenstrom des Wärmeträgerfluids kann insbesondere abhängig von wenigstens einem oder mehreren der Parameter eingestellt werden:

- (i) Soll-Gesamtmassenstrom durch die von der Fördereinheit **110** beaufschlagte Kollektoreinheit **10**,
- (ii) Wärmeabgabe an die Umgebung der von der Fördereinheit **110** beaufschlagten Kollektoreinheit **10**,
- (iii) Wärmeaufnahme aus der Umgebung der von der Fördereinheit **110** beaufschlagten Kollektoreinheit **10**,
- (iv) Leistungsvermögen der von der Fördereinheit **110** beaufschlagten Kollektoreinheit **10**,
- (v) Durchströmungsvermögen der von der Fördereinheit **110** beaufschlagten Kollektoreinheit **10**.

[0059] Der durch die Fördereinheit **110** geförderte Massenstrom des Wärmeträgerfluids kann gezielt zur Entfernung von Blockaden aus den Kollektoreinheiten **10** eingestellt werden.

[0060] Auf Kollektoreinheitenebene kann eine Leistungsregulierung anhand tatsächlicher Erträge der Kollektoreinheiten **10** im Kollektorfeld **100** erfolgen. Bei mehrstufigen Wärmepumpen **21** ist ebenfalls eine Leistungsregulierung möglich. Wird das Kollektorfeld **100** als Wärmesenke für den Energiespeicher **212** oder die Wärmepumpe **211** genutzt, kann ebenfalls eine Leistungsregulierung der Kollektoreinheiten **10** erfolgen.

[0061] Fig. 2 zeigt zur Erläuterung der Erfindung ein Gebäude mit Wärmeverbrauchern in Form einer Brauchwasserversorgung **204** und Heizkörpern oder Fußbodenheizung **206**, die mit einem Energieversorgungssystem **200** gekoppelt sind, das ein Kollektorfeld **100** mit Kollektoreinheiten **10** umfasst.

[0062] Das Energieversorgungssystem **200** umfasst ein Kollektorfeld **100** mit einer Mehrzahl von Kollektoreinheiten **10**, welche beispielsweise auf dem Dach des Gebäudes angeordnet sind. Andere Montagearten und Positionen sind möglich, beispielsweise liegend auf einem Flachdach, hängend als Fassadenelement oder als Zaun oder dergleichen. Die Kollektoreinheiten **10** des Kollektorfelds **100** sind von einem Wärmeträgerfluid durchströmt, beispielsweise Sole, und stellen Luft-Sole-Kollektoren dar. Das Kollektorfeld **100** ist an eine Wärmepumpe **211** als erster Wärmesenke **210** und einen Energiespeicher **212** als zweite Wärmesenke **210** angeschlossen. Der Energiespeicher **212** ist vorzugsweise ein Latentwärmespeicher, insbesondere ein Eisspeicher mit Wasser als Wärmespeichermedium und beispielsweise im Erdreich eingebaut.

[0063] Der Eisspeicher **212** kann bereits bei geringen Außentemperaturen knapp über dem Gefrierpunkt, etwa ab 2°C, Wärme aus der Umgebung über das Kollektorfeld **100** zur Regeneration seines Speichermediums aufnehmen.

[0064] Sowohl der Energiespeicher **212** als auch das Kollektorfeld **100** können der Wärmepumpe **211** Wärme zuführen. Die Kopplung des Kollektorfelds **100** mit der Wärmepumpe **211** erfolgt vorzugsweise indirekt über den Energiespeicher **212**. Die Wärmepumpe **211** hebt das Temperaturniveau der eingespeisten Wärme an und kann so z.B. für eine Gebäudeheizung und eine Brauchwasserversorgung Warmwasser bereitstellen.

[0065] Wird die Wärmepumpe **211** in einem aktiven Kühlbetrieb betrieben, etwa im Sommer, kann das Kollektorfeld **100** als Wärmesenke dienen und gegebenenfalls Abwärme der Wärmepumpe **211** an die Umgebung abgeben.

[0066] Fig. 3 zeigt ein Blockschema eines Kollektorfelds **100** mit Kollektoreinheiten **10**, wie sie in einem an einen hydraulischen Kreislauf **240** angeschlossenes Kollektorfeld **100** eines Energieversorgungssystems **200** eingesetzt sein können, wie es in den Fig. 1 und Fig. 2 beispielhaft beschrieben wurde. Der hydraulische Kreislauf **240** verbindet das Kollektorfeld **100** mit den Wärmesenken **210** vorzugsweise in Form einer Wärmepumpe **211** und eines Energiespeichers **212**, insbesondere eines Eisspeichers **212**. Die konkrete Anordnung von Kollektoreinheiten **10** als Einzelkollektor **12** oder in Gruppen von Einzelkollektoren **12** hängt von den konkreten Anforderungen des jeweiligen Energieversorgungssystems **200** ab.

[0067] Das Kollektorfeld **100** kann ein oder mehrere Einzelkollektoren **12** als Kollektoreinheit **10** aufweisen, die jeweils von einer separaten Fördereinheit **110** versorgt werden (oben in der Figur dargestellt).

[0068] Es können eine oder mehrere Kollektoreinheiten **10** mit mehreren zusammengeschalteten Einzelkollektoren **12** vorgesehen sein, die als Kollektorteilstrang **20** zusammengefasst sind, wobei die Einzelkollektoren **12** strömungsmäßig in Serie geschaltet sind, und wobei eine separate Fördereinheit **110** den Kollektorteilstrang **20** mit einem Massenstrom des Wärmeträgerfluids versorgt.

[0069] Es können eine oder mehrere Kollektoreinheiten **10** als Kollektorteilfeld **30** mit mehreren zusammengeschalteten Kollektorteilsträngen **20** vorgesehen sein, die auch ein oder mehrere Einzelkollektoren **12** aufweisen können, die jeweils mit separaten Fördereinheiten **110** versorgt sind.

[0070] Das Kollektorfeld **100** kann neben einem oder mehreren Kollektorteilfeldern **30** ein oder mehrere Kollektorteilstränge **20** und ein oder mehrere einzelne Kollektoreinheiten **10** aufweisen, die jeweils mit separaten Fördereinheiten **110** versorgt sind.

Patentansprüche

1. Kollektorfeld (**100**), insbesondere Luft-Sole-Kollektorfeld, umfassend zwei oder mehr Kollektoreinheiten (**10**), die von einem Wärmeträgerfluid durchströmbar sind und die zur strömungsmäßigen Verbindung mit einem hydraulischen Kreislauf (**240**) und wenigstens einer in dem hydraulischen Kreislauf (**240**) angeordneten gemeinsamen Wärmesenke (**210, 220, 202**) und/oder wenigstens einer wenigstens temporär als Wärmequelle dienenden gemeinsamen Wärmesenke (**210, 220**) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei separate Fördereinheiten (**110**) vorgesehen sind, wobei jede der Fördereinheiten (**110**) zum Fördern eines Massenstroms des Wärmeträgerfluids durch jeweils eine der Kollektoreinheiten (**10**) vorgesehen ist.

2. Kollektorfeld nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei der Kollektoreinheiten (**10**) strömungsmäßig parallel geschaltet sind.

3. Kollektorfeld nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Fördereinheiten (**110**) eine Temperatur-Überwachungseinheit (**50**) zur Überwachung einer Eingangstemperatur und/oder einer Ausgangstemperatur des durch die zugehörige Kollektoreinheit (**10**) strömenden Wärmeträgerfluids zugeordnet ist, wobei bevorzugt jeder der Fördereinheiten (**110**) eine Temperatur-Überwachungseinheit (**50**) zugeordnet ist.

4. Kollektorfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Fördereinheiten (**110**) eine Massenstrom-Überwachungseinheit (**60**) zur Überwachung eines durch die zugehörige Kollektoreinheit (**10**) strö-

menden Massenstroms des Wärmeträgerfluids zugeordnet ist, wobei bevorzugt jeder der Fördereinheiten (**110**) eine Massenstrom-Überwachungseinheit (**60**) zugeordnet ist.

5. Kollektorfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kollektoreinheiten (**10**) so ausgestaltet sind, dass sie bei gleichem Durchfluss des Massenstroms des Wärmeträgerfluids durch die individuellen Kollektoreinheiten (**10**) einen im Wesentlichen gleichen Druckverlust aufweisen.

6. Kollektorfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei der Fördereinheiten (**110**) über ein elektrisches Bus-System (**250**) an eine Zentraleinheit (**230**) zur Steuerung und/oder Regelung der Fördereinheiten (**110**) anschließbar sind.

7. Kollektorfeld nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur-Überwachungseinheiten (**50**) und/oder die Massenstrom-Überwachungseinheiten (**60**) über das elektrische Bus-System (**250**) an die Zentraleinheit (**230**) anschließbar sind.

8. Kollektorfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kollektoreinheiten (**10**) wenigstens einen Einzelkollektor (**12**) und/oder wenigstens eine Gruppe (**20, 30**) von Einzelkollektoren (**12**) umfassen, wobei bevorzugt wenigstens zwei der Kollektoreinheiten (**10**) strömungsmäßig parallel geschaltet sind.

9. Energieversorgungssystem (**200**) mit einem Kollektorfeld (**100**), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend einen hydraulischen Kreislauf (**240**), wobei das Kollektorfeld (**100**) zwei oder mehr Kollektoreinheiten (**10**) umfasst, die von einem Massenstrom eines Wärmeträgerfluids des hydraulischen Kreislaufs (**240**) durchströmbar sind, sowie umfassend wenigstens eine über den hydraulischen Kreislauf (**240**) versorgte gemeinsame Wärmesenke (**210**) oder wenigstens eine wenigstens temporär als Wärmequelle dienende gemeinsame Wärmesenke (**210**) im hydraulischen Kreislauf (**240**) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei separate Fördereinheiten (**110**) vorgesehen sind, wobei jede der Fördereinheiten (**110**) zum Fördern des Wärmeträgerfluids durch eine separate der Kollektoreinheiten (**10**) vorgesehen ist.

10. Energieversorgungssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine der Kollektoreinheiten (**10**) im hydraulischen Kreislauf (**240**) wahlweise wenigstens zeitweise als Wärmequelle oder als Wärmesenke vorgesehen ist.

11. Energieversorgungssystem nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass Kollektoreinheiten (10) im Kollektorfeld (100) so ausgestaltet sind, dass sie bei Durchfluss eines gleichen Massenstroms des Wärmeträgerfluids einen im Wesentlichen gleichen Druckverlust aufweisen.

12. Energieversorgungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Fördereinheiten (110) eine Temperatur-Überwachungseinheit (50) zur Überwachung einer Eingangstemperatur und/oder einer Ausgangstemperatur des durch die zugehörige Kollektoreinheit (10) strömenden Wärmeträgerfluids zugeordnet ist, wobei bevorzugt jeder der Fördereinheiten (110) eine Temperatur-Überwachungseinheit (50) zugeordnet ist.

13. Energieversorgungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Fördereinheiten (110) eine Massenstrom-Überwachungseinheit (60) zur Überwachung eines durch die zugehörige Kollektoreinheit (10) strömenden Massenstroms des Wärmeträgerfluids zugeordnet ist, wobei bevorzugt jeder Fördereinheiten (110) eine Massenstrom-Überwachungseinheit (60) zugeordnet ist.

14. Energieversorgungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei der Fördereinheiten (110) über ein elektrisches Bus-System (250) an eine Zentraleinheit (230) zur Steuerung und/oder Regelung der Fördereinheiten (110) anschließbar sind und insbesondere die Temperatur-Überwachungseinheiten (50) und/oder insbesondere die Massenstrom-Überwachungseinheiten (60) über das elektrische Bus-System (250) an die Zentraleinheit (230) anschließbar sind.

15. Energieversorgungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine über den hydraulischen Kreislauf (240) versorgte gemeinsame Wärmesenke (210) oder die wenigstens eine wenigstens temporär als Wärmequelle dienende gemeinsame Wärmesenke (210) einen Energiespeicher (210), insbesondere einen Latent-Wärmespeicher (212), vorzugsweise einen Eisspeicher und/oder eine Wärmepumpe (211) umfasst.

16. Energieversorgungssystem nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine der Kollektoreinheiten (10) direkt mit der Wärmepumpe (211) gekoppelt ist und/oder dass wenigstens eine der Kollektoreinheiten (10) direkt mit dem Energiespeicher (212) gekoppelt ist.

17. Verfahren zum Betreiben eines Energieversorgungssystems (200), insbesondere nach einem der

Ansprüche 9 bis 16, mit einem Kollektorfeld (100), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einem hydraulischen Kreislauf (240), wobei das Kollektorfeld (100) zwei oder mehr Kollektoreinheiten (10) umfasst, die von einem Massenstrom eines Wärmeträgerfluids des hydraulischen Kreislaufs (240) durchströmt werden, sowie mit wenigstens einer über den hydraulischen Kreislauf (240) versorgten gemeinsamen Wärmesenke (210) oder wenigstens eine wenigstens temporär als Wärmequelle dienenden gemeinsamen Wärmesenke (210), **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei der Kollektoreinheiten (10) mit jeweils einer separaten Fördereinheit (110) verbunden sind und von der jeweils der Kollektoreinheit (10) zugeordneten einen Fördereinheit (110) mit einem Massenstrom des Wärmeträgerfluids beaufschlagt werden, wobei der Massenstrom des Wärmeträgerfluids wenigstens einer separaten Fördereinheit (110), die Wärmeträgerfluid durch einen Kollektoreinheit (10) fördert, abhängig von wenigstens einem Betriebsparameter wenigstens einer Kollektoreinheit (10) eingestellt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei ein Massenstrom des Wärmeträgerfluids wenigstens einer Fördereinheit (110), die Wärmeträgerfluid durch wenigstens eine der Kollektoreinheiten (10) fördert, abhängig von wenigstens einem der Parameter eingestellt wird:

- (i) Soll-Gesamtmassenstrom durch die wenigstens eine Kollektoreinheit (10),
- (ii) Wärmeabgabe an die Umgebung der wenigstens einen Kollektoreinheit (10),
- (iii) Wärmeeaufnahme aus der Umgebung der wenigstens einen Kollektoreinheit (10),
- (iv) Leistungsvermögen der wenigstens einen Kollektoreinheit (10),
- (v) Durchströmungsvermögen der wenigstens einen Kollektoreinheit (10).

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, wobei ein durch die Fördereinheit (110) geförderter Massenstrom des Wärmeträgerfluids zur Entfernung von Blockaden aus wenigstens einer Kollektoreinheit (10) gezielt eingestellt wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

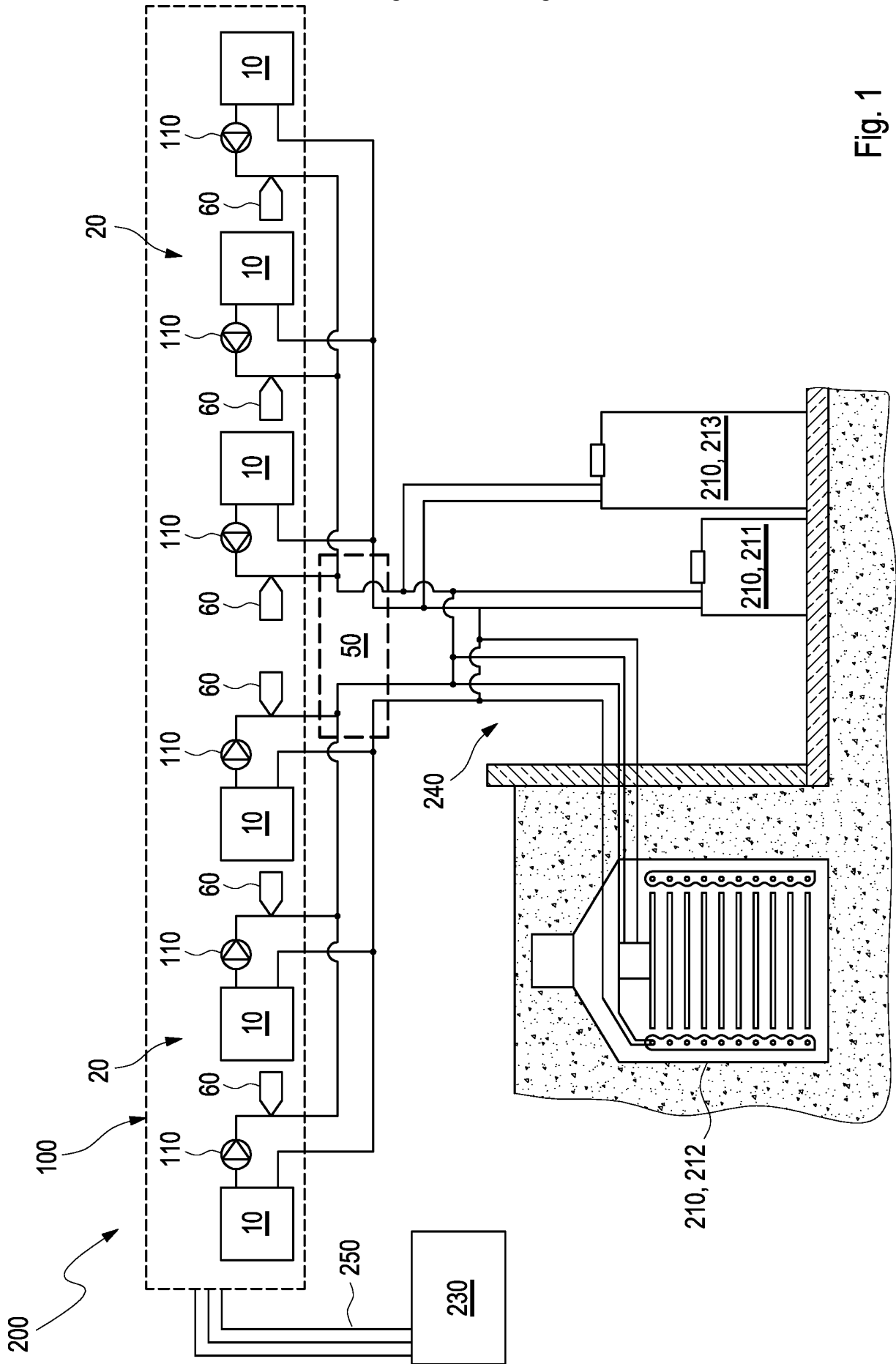


Fig. 1

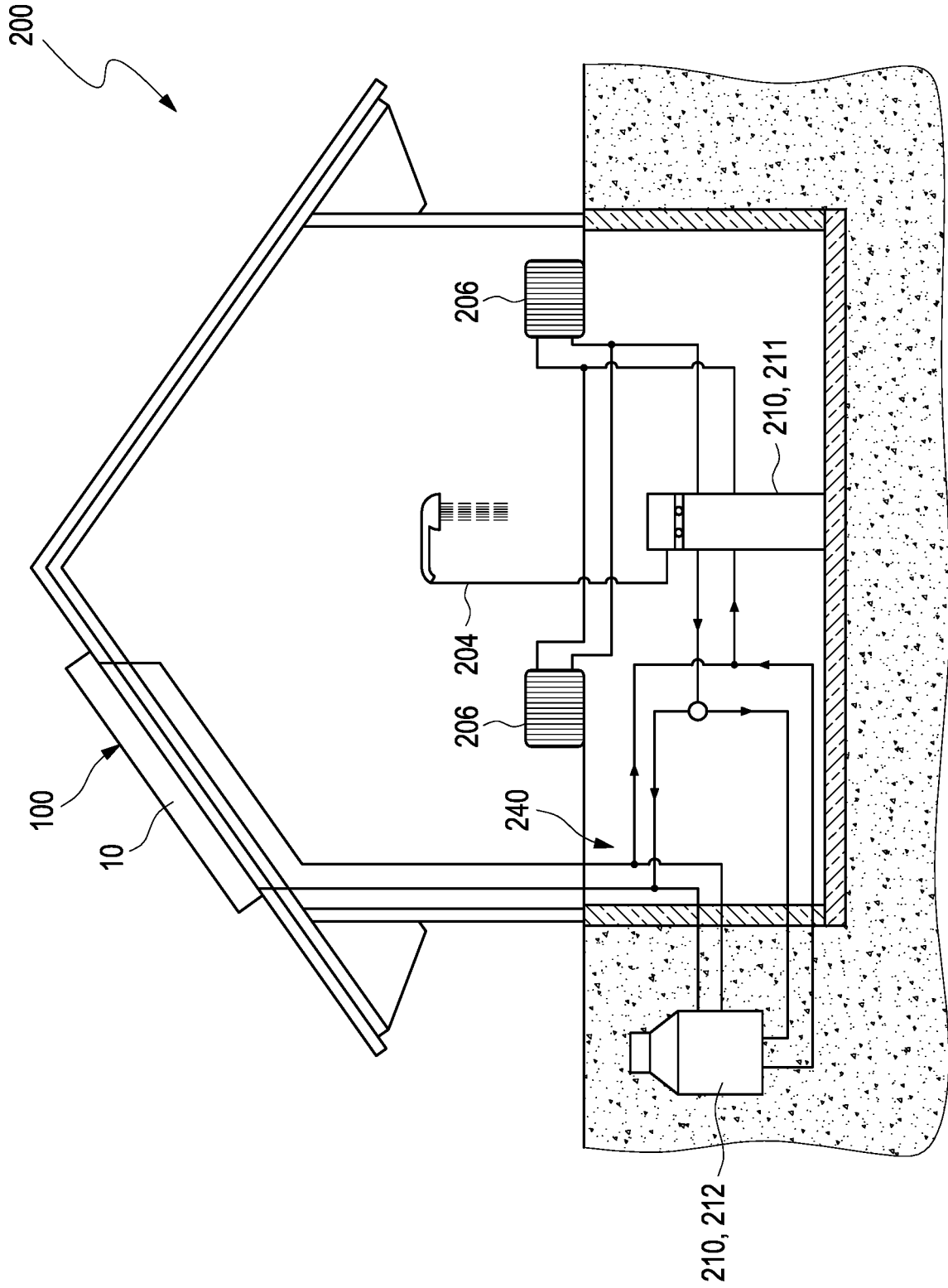


Fig. 2

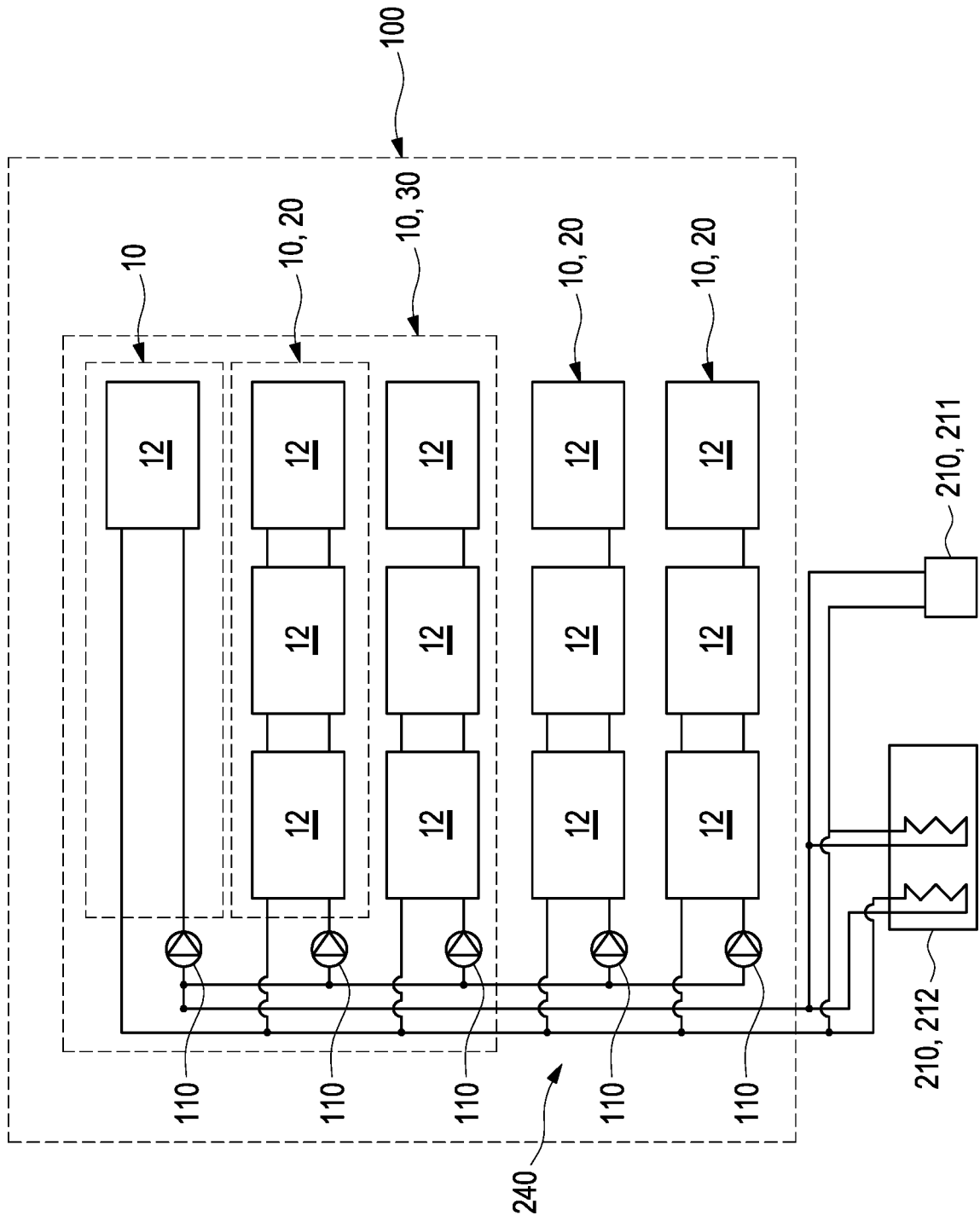


Fig. 3