



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 24 J / 291 960 7

(22) 01.07.86

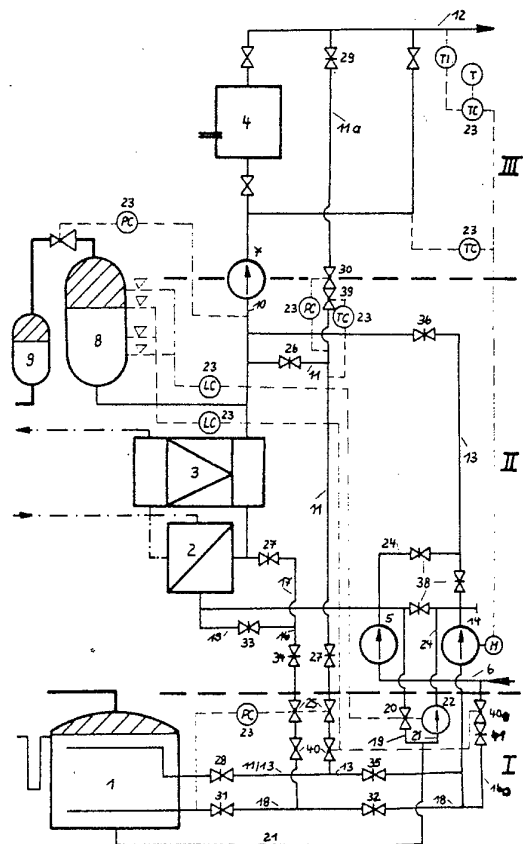
(44) 21.10.87

(71) VEB Wärmeanlagenbau „DSF“, Wallstraße 9/13, Berlin, 1020, DD

(72) Fege, Berthold; Küsel, Erika; Schöbel, Günter, Dr. oec. Dipl.-Ing.; Sura, Wilfried, Dr.-Ing.; Scholz, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Anordnung zum Betreiben eines Wärmeversorgungssystems

(57) Mit der Erfindung wird ein Betriebsverfahren und eine Schaltungsanordnung für die Wärmeerzeugung durch Verbrennung unter Nutzung der Geothermie und Einbeziehung der Wärmespeicherung vorgeschlagen mit dem Ziel, eine entsprechend den energieökonomischen und klimatischen Bedingungen optimale Wärmeerzeugung bei druckloser Wärmespeicherung mit verringertem apparativen Aufwand und unter Senkung der Materialkosten zu gewährleisten. Erfindungsgemäß wird die Nutzung der Geothermie in einem gegenüber dem Hochdruckniveau der konventionellen Wärmeerzeugung herabgesetzten Druckbereich und die Wärmespeicherung in einem weiter gesenkten Niederdruckbereich bei geringen Druckdifferenzen für die Speicherbe- und -entladung durchgeführt. Es sind zwei voneinander unabhängige Druckhaltungen, einmal für die Hoch-/Mitteldruckbereiche und zum anderen für den Niederdruckbereich, vorgesehen. Die Volumenkomensation erfolgt im Freiraum des Wärmespeichers, indem über eine Volumenkonstanz im Druckhaltebehälter des Hoch-/Mitteldruckbereichs Medizin in den Heiznetzrücklauf im Mitteldruckbereich geleitet bzw. aus diesem abgezogen wird. Figur



Patentansprüche:

1. Verfahren zum Betreiben eines Wärmeversorgungssystems mit konventioneller Wärmeversorgung in einem Heizwerk sowie unter Einkopplung von Geothermie und Anwendung der drucklosen Wärmespeicherung, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Prozeß der Wärmeerzeugung in drei unterschiedlichen Druckbereichen, einem Niederdruckbereich bis 0,11 MPa für die Wärmespeicherung, einem Mitteldruckbereich bis 1,0 MPa für die Nutzung der Geothermie und einem Hochdruckbereich bis 2,0 MPa für die Wärmeerzeugung durch Verbrennung fossiler Brennstoffe, durchgeführt und der Wärmespeicher zwischen Mittel- und Niederdruckbereich bei geringen Druckdifferenzen be- und entladen wird, wobei das Heiznetzrücklaufwasser bei der Entladung in zwei Teilströme geteilt, zum einen über den für die verminderte Rücklaufmenge ausgelegten Wärmeübertrager zur Aufnahme der Geothermie geleitet und zum anderen dem Speicher zugeführt wird und zwei voneinander unabhängige Druckhaltungen, für den Hoch-/Mitteldruckbereich und für den Niederdruckbereich vorgenommen werden, wobei zur Volumenkompensation im Heiznetz und im Speicher durch Einstellung eines konstanten Wasserstandsgebietes im Druckhaltebehälter des Hoch-/Mitteldruckbereichs Medium aus dem Heiznetzrücklauf im Mitteldruckbereich in den Freiraum des Wärmespeichers im Niederdruckbereich, bzw. umgekehrt, geleitet wird.
2. Verfahren zum Betreiben des Wärmeversorgungssystems nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem zur Speicherentladung abgetrennten Rücklaufwasser bei großer Speicherleistung ein Teil des durch die Geothermie im Wärmeübertrager erwärmten Rücklaufwassers beigemischt wird.
3. Verfahren zum Betreiben eines Wärmeversorgungssystems nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Winterspitzenbetrieb der zur Speicherentladung abgetrennte Rücklaufwasserteilstrom vergrößert und parallel der Durchsatz durch den Wärmeübertrager verkleinert wird.
4. Verfahren zum Betreiben eines Wärmeversorgungssystems nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Speicherladewasser aus dem Mitteldruckbereich zusätzlich heißes Wasser aus dem Heizungsvorlauf im Hochdruckbereich unter Druckminderung beigemischt wird.
5. Verfahren zum Betreiben eines Wärmeversorgungssystems nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei niedrigen Vorlauftemperaturen die Druckhaltung für das gesamte Wärmeerzeugungssystem über die statische Wassersäule und den Auflastdruck im Wärmespeicher, dessen kalter Auslauf im Mitteldruckbereich eingebunden ist, vorgenommen wird.
6. Verfahren zum Betreiben eines Wärmeversorgungssystems nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Freiraum des Wärmespeichers gleichzeitig als Netzwasserausgleichs- und Reservevolumen benutzt wird, indem der Wasserstand im Druckbehälter begrenzt und dem Wärmespeicher der Ausgleich über Abströmventile und Füllpumpen aufgezwungen wird.
7. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens, bestehend aus einem Heizwerk, einer geothermischen Heizzentrale mit Wärmeübertrager und Wärmepumpenanlage, einem Wärmespeicher, Umwälzpumpen und Ventileinrichtungen in den verbindenden Rohrleitungen sowie einer Einrichtung zur Druckhaltung, nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine erste Umwälzpumpengruppe (5) in der Heiznetzrücklaufleitung (6) zwischen Wärmespeicher (1) und Wärmeübertrager (2) und eine zweite Umwälzpumpengruppe (7) vor dem Heizwerk (4) vorgesehen ist und die Speicherladeleitung (11), die Speicherentladeleitung (13) sowie der Druckhaltebehälter (8) der statischen Druckhaltung in die Verbindungsleitung (10) vor der zweiten Umwälzpumpengruppe (7) eingebunden sind und der Heiznetzrücklaufleitung (6) im Mitteldruckbereich (II) ein in die Verbindungsleitung (16) mündender Bypaß (15) und im Niederdruckbereich (I) mit dem Wärmespeicher (1) verbundene Zu- bzw. Abströmleitungen (19; 21), in die ein auf den konstanten Flüssigkeitsstand im Druckhaltebehälter (8) wirkendes Abströmventil (20) bzw. eine Füllpumpe (22) eingebunden sind, zugeordnet sind.
8. Anordnung nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Speicherladeleitung (11) mit einer zusätzlichen Speicherladeleitung (11 a) aus dem Heizungsvorlauf (12) verbunden ist.
9. Anordnung nach Anspruch 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bypaßleitung (15) zur Speicherentladung mit der Zusatzentladeleitung (17) verbunden ist.
10. Anordnung nach Anspruch 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kaltwasseraustrittsleitung (18) des Wärmespeichers (1) über die Speicherentladeleitung (13) und die Verbindungsleitung (24) mit der Heiznetzrücklaufleitung (6) verbunden ist.

11. Anordnung nach Anspruch 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß zu der für die Speicherentladung erforderlichen Wasserzufuhr zum Wärmespeicher (1) eine Verbindungsleitung (16) zwischen der Speicherladeleitung (11) und der Kältewasseraustrittsleitung (18) zum Wärmespeicher (1) vorgesehen ist.
12. Anordnung nach Anspruch 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Speicherladeleitung (11) und der Kältewasseraustrittsleitung (18) für besondere Betriebsfälle Trennarmaturen (28; 31) vorgesehen und zwischen Mittel- und Niederdruckbereich angeordnet sind.
13. Anordnung nach Anspruch 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Speicherpumpe (14) mit der Vorlauftemperaturregelung und die Stellventile (40) mit der Wasserstandsregelung des Druckhaltebehälters (8) verbunden sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf die Nutzung der Geothermie für die Wärmeversorgung und wird beim Bau und Betrieb von Heizzentralen angewendet, in denen neben herkömmlichen Wärmeerzeugern die zusätzliche Verwendung der Energie von Niedrigthermalwasser bei gleichzeitiger Wärmespeicherung in drucklosen Speicherbehältern vorgesehen ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Unter dem Einfluß der ständig wachsenden Aufwendungen für die Bereitstellung von Primärenergie gewinnt die Verwendung natürlicher Wärme für die Wärmeversorgung, insbesondere in Form der Geothermie, zunehmend an Bedeutung. Die bekannten Technologien zur Erzeugung von Heizwärme durch Nutzung von warmem Wasser aus großen Fördertiefen sind aus wirtschaftlicher Sicht dadurch gekennzeichnet, daß Kosten für Brennstoffe durch erhöhte apparative Aufwendungen für die Einkopplung der Geothermie substituiert werden. Bei der Weiterentwicklung auf diesem Gebiet ist das Interesse deshalb darauf gerichtet, bei optimaler Nutzung der Erdwärme die Anlagenkosten zu deren Einbindung in Wärmeversorgungssysteme zu minimieren.

Der Einsatz geothermischer Energie für Niedrigtemperaturheizsysteme erfolgt bekanntermaßen zweistufig:

Einmal durch direkten Wärmeaustausch des Thermalwassers mit dem Heizungswasser in Wärmeübertragern und zum zweiten durch eine weitere Anhebung der Heizwassertemperatur mittels elektrisch angetriebener Wärmepumpen.

Entsprechend dem Wärmebedarf übernimmt bei bereits ausgeführten geothermischen Heizzentralen das Thermalwasser die Wärmegrundlast und ein Spitzenwärmeerzeuger in Form eines Heizkessels auf der Basis fossiler Brennstoffe oder Elektroenergie die Abdeckung des Spitzenbedarfs.

Der Kostenaufwand für derartige Wärmeversorgungssysteme ist auf Grund der Einbindung von Wärmepumpen und des Spitzenlastkessels in die geothermische Heizzentrale und der Verwendung zusätzlicher Energieträger (Elektroenergie, Brennstoffe) vergleichsweise hoch. Die geothermische Energie dient hingegen vorrangig zur Grundlastabdeckung. Bei konventioneller Abdeckung des Spitzenbedarfs wird der Anteil der eingekoppelten Geothermie im Winterbetrieb mit steigenden Rücklauftemperaturen geringer.

Als kostengünstige Lösung zur Erhöhung der Auslastung von Wärmeerzeugeranlagen hat sich bekanntermaßen der Einsatz von Wärmespeichern erwiesen.

Wärmespeicher werden als Wasserspeicher, z. B. für Fernwärmesysteme, eingesetzt, wenn große Mengen warmen oder heißen Wassers bei schwankendem Verbrauch benötigt werden. In Form von Verdrängungsspeicheranlagen werden sie auch in Wärmepumpenheizzentralen zur komplexen Wohngebietswärmeversorgung mit einem elektrischen Spitzenlast-Wärmeerzeuger angewendet. Herkömmliche Erzeugeranlagen mit einem Wärmespeicher sind so ausgelegt, daß die Leistungsspitze durch die Speicher abgedeckt wird.

Neben dem Erfordernis der Bereitstellung hochwertiger Energieträger, die insbesondere in den Tagesspitzenzeiten nicht verfügbar sind, besteht ein Nachteil der bekannten Lösungen darin, daß die Apparate der geothermischen Heizzentrale und der Speicheranlage mit der hohen Druckstufe der Anlagen für die Wärmeerzeugung betrieben werden, d. h. für ein Druckniveau ausgelegt sind, das hohe Materialaufwendungen für Apparate und Armaturen dieser Anlagenteile erfordert. Zum anderen ist die durch die Anwendung von drucklosen bzw. druckabgesenkten Wärmespeichern bedingte Druckreduzierung mit einem Verlust an elektrischer Arbeit beim Be- und Entladen der Speicheranlage verbunden.

Bei der Anwendung gegenüber dem Heiznetz druckabgesenkter Speicherbehälter treten des weiteren insofern Schwierigkeiten auf, als durch die für das Heiznetz installierte Druckhalte- und Volumenausgleichsanlage neben den durch die Be- und Entladung des Speichers entstehenden Volumenschwankungen auch für die durch das Temperaturspiel im Speicher bedingten Differenzen zwischen der ein- und ausströmenden Speicherwassermenge ein Volumenausgleich erfolgen muß, um den erforderlichen Ruhedruck im Heiznetz nicht zu unterschreiten bzw. zu überschreiten. Die hierzu entwickelten Regelverfahren, mit denen der Volumenausgleich im Speicherbehälter oder in der Druckhalteanlage über eine kontinuierliche Messung der Dichtewerte bzw. des Volumens des zu- bzw. abströmenden Wassers gesteuert wird, erfordern zum einen zusätzliche Ausgleichsbehälter sowohl für das Heiznetz als auch für die Speicheranlage und andererseits sind die ermittelten Meßwerte ungenau, so daß im Betrieb Abweichungen zwischen den errechneten bzw. praktisch erforderlichen und den tatsächlichen Massen- oder Volumenströmen auftreten.

Die Einbeziehung der Wärmespeicherung in den Betrieb einer geothermischen Heizzentrale, die bei Abschaltung der elektrisch angetriebenen Wärmepumpen in den Tagesspitzen erfolgt, ist mit einem großen Speichervolumen, das bei Verwendung von Druckbehältern einen hohen Investitionsaufwand erfordert, verbunden. Die wesentlich kostengünstigere Anordnung druckloser Speicher verlangt in bestimmten Betriebsfällen zur Gewährleistung der notwendigen Speicherleistungen jedoch wesentlich höhere Entladewassermengen, die insbesondere bei Nutzung der Geothermie schwierig zu beherrschen sind, da die geothermische Wärmeübertrageranlage aus energetischen Gründen möglichst mit Vollast betrieben werden muß.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, bei intensiver Nutzung der Geothermie die Energieökonomie von Wärmeversorgungssystemen mit konventionellen Erzeugungs- und Verteilungsanlagen unter gleichzeitiger Senkung des apparativen Aufwandes und der Materialkosten zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Wärmeversorgungssystems mit Einkopplung von Geothermie und Wärmespeicherung zu entwickeln und eine entsprechende Schaltungsanordnung anzugeben, so daß bei größtmöglicher Nutzung des Angebots an geothermaler Energie und unter Verwendung druckloser Wärmespeicher der Verfahrensablauf in den einzelnen Anlagenteilen den jeweiligen, tageszeitlich und jahreszeitlich unterschiedlichen, energieökonomischen und klimatischen Bedingungen der Wärmeerzeugung optimal angepaßt und mit in keinem möglichen Betriebsfall die Sicherheitsanforderungen überschreitendem Druckniveau durchgeführt werden kann. Das Betriebsverfahren und die Schaltungsanordnung sind dementsprechend so auszubilden, daß einerseits der Einsatz druckloser Speicher ermöglicht wird und die durch die drucklose Wärmespeicherung bedingten Betriebsbedingungen beherrscht werden und andererseits die Sicherheitskriterien in bezug auf die Druckhaltung und den Ausgleich von Volumenschwankungen im Gesamtsystem erfüllt werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Gesamtprozeß der Wärmeversorgung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger unter Einbeziehung der Wärmespeicherung und der Geothermie in drei unterschiedlichen Druckbereichen, d. h. bei einem gegenüber dem Hochdruckniveau von 2,0 MPa des eigentlichen Wärmeerzeugers bis 1,0 MPa abgesenkten, mittleren Druck für die Nutzung der Geothermie und die Druckhaltung sowie einem Niederdruckniveau bis zu 0,11 MPa für die Wärmespeicherung, durchgeführt wird, wobei die Be- und Entladung des Wärmespeichers zwischen Mittel- und Niederdruckbereich, d. h. bei geringen Druckdifferenzen und somit geringem elektrischen Arbeitsaufwand, erfolgt. Das Heiznetzrücklaufwasser wird beim Entladeprozeß in zwei Teilströme geteilt, die zum einen über den für die verminderte Rücklaufmenge ausgelegten Wärmeübertrager der geothermischen Heizzentrale geführt und zum anderen in den Speicher gefördert werden. Bei größerer Speicherleistung wird dem zur Speicherladung abgetrennten Rücklaufwasser ein Teil des im Wärmeübertrager erwärmten Wassers zugeleitet. Im Winterspitzenbetrieb wird der zur Speicherentladung verwendete Rücklaufwasserteilstrom vergrößert. Beim Ladeprozeß kann im Winterbetrieb dem aus der geothermischen Heizzentrale ausgespeisten Speicherladewasser zur Temperaturerhöhung heißes Vorlaufwasser unter Druckminderung zugemischt werden.

Das vorgeschlagene Druckregime wird durch eine statische Druckhaltung gemeinsam für den Hoch- und Mitteldruckbereich sowie eine eigenständige Dampfauflastung im Wärmespeicher für den Niederdruckbereich realisiert. Die Volumenkompensation infolge Temperaturschwankungen im Heiznetz und der Speicheranlage erfolgt über den Freiraum des Wärmespeichers, indem bei konstantem Flüssigkeitsstand im Druckhaltebehälter über eine durch diesen gesteuerte Zu- und Abströmregelung Medium aus dem Mitteldruckbereich in den Niederdruckbereich geleitet wird. Bei niedrigen Vorlauftemperaturen ist es möglich, die Druckhaltung für das System über die statische Wassersäule sowie den Auflastdruck im Wärmespeicher vorzunehmen, indem der kalte Auslauf des Wärmespeichers in den Mitteldruckbereich vor der unteren Umwälzpumpengruppe eingebunden ist.

Die Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben des Wärmeversorgungssystems sieht die getrennte Einbindung von zwei Umwälzpumpengruppen, einmal in der Heiznetzrücklaufleitung vor der geothermischen Heizzentrale und zum anderen vor der konventionellen Wärmeerzeugungsanlage, vor, so daß sich die Speicheranlage im Niederdruckbereich, die geothermische Heizzentrale im Mitteldruckbereich und das Heizwerk im Hochdruckbereich befindet. In die der geothermischen Heizzentrale nachgeschalteten Speicherladeleitung, die über eine Zweigleitung mit dem Heizungsvorlauf verbunden ist, sind vor Eintritt in die jeweils niedrigere Druckstufe Druckminderventile eingebunden. Gleichzeitig besteht eine Verbindung zwischen dem Bypass vom geothermischen Wärmeübertrager und einer Zusatzentladeleitung über ein Druckminderventil zur Kaltwasseraustrittsleitung. Die Speicherentladeleitung, der eine Verbindungsleitung mit der Heiznetzrücklaufleitung für den Kaltwasseraustritt bei der Speicherladung zugeordnet ist, führt über eine Speicherpumpe zur Saugseite der zweiten Umwälzpumpengruppe. Die Speicherpumpe, die während der Speicherbe- und -entladung das Medium aus dem Wärmespeicher in den Mitteldruckbereich fördert, ist mit einer Regeleinrichtung am Ausgang der geothermischen Heizzentrale bzw. des Heizwerkes verbunden, so daß die Lade- bzw. Entlademenge bedarfsgerecht bereitgestellt wird.

Die Regelung des volumengleich aus dem Mitteldruckbereich in den Wärmespeicher abzuleitenden Mediums erfolgt durch Anordnung von Stellventilen, die über eine Regeleinrichtung für den Wasserstand im Druckhaltebehälter angesteuert wird. Der Wärmeübertrager ist für die reduzierte Heiznetzrücklaufmenge ausgelegt, die nach Ausspeisung eines Teils des Rücklaufwassers in die Zusatzentladeleitung zur Erwärmung durch die Geothermie zur Verfügung steht.

Der mit einem Ausdampfbehälter verbundene Druckhaltebehälter der statischen Druckhaltung ist im Mitteldruckbereich der Saugseite der zweiten Umwälzpumpengruppe zugeordnet und mit Regeleinrichtungen zur Konstanthaltung des Wasserstandes ausgerüstet, die mit einem Abströmregler und einer Füllpumpe in einer Ab- bzw. Zuströmleitung zwischen der Heiznetzrücklaufleitung und dem Wärmespeicher in Wirkverbindung stehen, so daß der Volumenausgleich des Wärmeversorgungssystems über den Freiraum des Wärmespeichers erfolgen kann.

In die Speicherladeleitung und die Speicherentladeleitung sind vor Eintritt in den Wärmespeicher Trennarmaturen eingebunden, um bei Störfällen ein Abströmen des Mediums aus dem Hoch-/Mitteldruckbereich zu verhindern, wobei die innerhalb des Schließzeitraums abströmende Wassermenge aus dem Druckhaltebehälter nachgespeist wird. Die im Störfall abströmende Wassermenge ist auf Grund des geringen Druckunterschiedes zum Niederdruckbereich gering.

Mit dem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren und der entsprechenden Schaltungsanordnung wird der apparative Aufwand für Wärmeversorgungsanlagen, die zur Einsparung von Brennstoffen unter Einkopplung der Geothermie und in Spitzenzeiten mit Wärmespeichern betrieben werden, verringert.

Besonders vorteilhaft ist der mit der Anwendung der Erfindung mögliche investitionsgünstigere Einsatz druckloser Speicher, wobei es gelingt, gegenüber Druckbehältern vergleichbare Speicherleistungen zu erreichen und entsprechend große Wassermengen zu beherrschen. Die Anordnung der Wärmeübertrager für das Thermalwasser erfolgt investkostengünstig im Mitteldruckbereich, d. h. für eine gegenüber herkömmlichen Anlagen geringere Betriebsdruckauslegung.

Gleichzeitig werden mit dem in die Schaltung eingebundenen System zur Druckhaltung und zur Volumenkompensation höchste Sicherheitsanforderungen erfüllt.

Durch den Betrieb der Anlage in unterschiedlichen Druckbereichen wird der durch eine hohe Druckreduzierung bewirkte Verlust an elektrischer Arbeit beim Be- und Entladen des Wärmespeichers vermindert. Bei unterschiedlichen klimatischen und entsprechenden Betriebsbedingungen wird über den größten Teil des Jahres eine optimale Nutzung der Geothermie, insbesondere auch in den elektrischen Spitzenzeiten, wenn die Wärmepumpen der geothermischen Heizzentrale außer Betrieb sind, gewährleistet.

Die kostengünstige Bereitstellung großen Reserve- bzw. Freiraumvolumens in den Wärmespeichern erhöht die Versorgungszuverlässigkeit bei Netzwasserverlusten durch Leckagen und ermöglicht die Einführung der Umpumpteknologie bei der Entleerung von Netzabschnitten ohne Wasserverluste. Damit wird eine energetisch günstige und wassersparende Druckhaltetechnologie ermöglicht.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung, in der ein geothermisches Wärmeversorgungssystem schematisch dargestellt ist, näher erläutert.

Die gesamte Anlage zur Wärmeversorgung ist in drei Teilbereiche I–III mit unterschiedlichem Druckniveau gegliedert. Im Niederdruckbereich I, in dem Drücke bis zu 0,11 MPa herrschen, erfolgt in dem Wärmespeicher 1 die Speicherung der Wärme für verschiedene Spitzenbelastungsfälle, während im Mitteldruckbereich II, mit Drücken zwischen 0,2 und 1,0 MPa, die geothermische Heizzentrale, im wesentlichen bestehend aus dem Wärmeübertrager 2 für die Geothermie und der elektrischen Wärmepumpenanlage 3, angeordnet ist. Die konventionelle Wärmeerzeugung erfolgt in herkömmlicher Weise in dem Heizwerk 4, das in den Hochdruckbereich III, mit einem Druckniveau bis zu 2,0 MPa, eingebunden ist. Die erste Umwälzpumpengruppe 5 befindet sich in der Heiznetzrücklaufleitung 6 vor den Wärmeübertragern 2 der geothermischen Heizzentrale, während die zweite Umwälzpumpengruppe 7, die zur Erzeugung des Druckniveaus im Hochdruckbereich III dient, der Wärmepumpenanlage 3 nachgeschaltet ist.

In die Verbindungsleitung 10 zwischen Wärmepumpenanlage 3 und zweiter Umwälzpumpengruppe 7 ist die statische Druckhaltung, die durch den Druckhaltebehälter 8 und dem diesem zugeordneten Ausdampfbehälter 9 gebildet ist, eingekoppelt. Weiterhin ist in die Verbindungsleitung 10 die Speicherladeleitung 11 und in die zum Heiznetz führende Vorlaufleitung 12 die Speicherentladeleitung 11a eingebunden. Der Wärmespeicher 1 ist außerdem über die Speicherentladeleitung 13, in der die Speicherpumpe 14 angeordnet ist, mit der Verbindungsleitung 10 im Mitteldruckbereich II verbunden. Der Heiznetzrücklaufleitung 6 ist ein Bypass 15 zugeordnet, der über die Verbindungsleitung 16 zur Kaltwasseraustrittsleitung 18 in den Speicher 1 mündet. In den Bypass 15 ist die Zusatzladeleitung 17, die dem Wärmeübertrager 2 nachgeschaltet ist, eingebunden. Eine weitere Verbindungsleitung 24 existiert zwischen der Speicherentladeleitung 13 und der Heiznetzrücklaufleitung 6 nach der Speicherpumpe 14. Der Heiznetzrücklaufleitung 6 ist nach der ersten Umwälzpumpengruppe 5 die Abströmleitung 19 mit Abströmventil 20 und Regeleinrichtung 23 sowie die Zuströmleitung 21 mit Füllpumpe 22 zugeordnet. Die Regeleinrichtung 23 steht mit einer Wasserstandsmessung im Druckhaltebehälter 8 in Wirkverbindung. Die Zuström- und Abströmleitungen 19; 21 münden über eine gemeinsame Leitung in den Wärmespeicher 1. Die Speicherladeleitung 13 dient gleichzeitig als Umgehung der geothermischen Heizzentrale für Betriebsfälle, bei denen Heizwasser mit Temperaturen unterhalb der Wärmepumpenaustrittstemperatur bereitgestellt werden muß. Hierzu ist die Verbindungsleitung 24 mit Absperrventil 38 zur ersten Umwälzpumpengruppe 5 angeordnet.

Zur Durchführung des Speicherladebetriebes bei Drücken über 0,4 MPa ohne Einsatz der Speicherpumpe 14 ist die Verbindungsleitung 16a mit Druckminderventil 40a und Absperrschieber 41 in die Kaltwasseraustrittsleitung 18 eingebunden. Die Aussteuerung des Druckminderventils 40a erfolgt über die Wasserstandsregelung im Druckhaltebehälter 8. Zur Regelung der Speicherlade- bzw. -entladeleistung ist die Speicherpumpe mit Regeleinrichtungen 23 so kombiniert, daß die der Fahrkurve entsprechende Flüssigkeitsmenge aus dem Wärmespeicher entnommen wird. Über eine kontinuierliche Wasserstandsmessung im Druckhaltebehälter 8 werden den Druckminderventilen 25 nachgeschaltete Stellventile 40 so angesteuert, daß mit der geregelten Flüssigkeitsabführung in den Wärmespeicher 1 der Wasserstand im Druckhaltebehälter 8 konstant gehalten wird. Das erfindungsgemäße Betriebsverfahren in dem dargestellten Wärmeversorgungssystem wird in den nachfolgend aufgeführten Varianten entsprechend den äußeren Bedingungen durchgeführt:

Außerhalb des Speicherbetriebes erfolgt der Durchlauf des Heizwassers aus der Heiznetzrücklaufleitung 6 über die erste Umwälzpumpengruppe 5, den Wärmeübertrager 2 und die Wärmepumpenanlage 3 der geothermischen Heizzentrale, die zweite Umwälzpumpengruppe 7 und schließlich das Heizwerk 4 zurück zum Heiznetz. Die Nutzung der Geothermie wird im Direktwärmeaustausch zwischen dem mit einer Temperatur von ca. 80°C geförderten Thermalwasser und dem Heizungsrücklauf im Wärmeübertrager 2 sowie durch weitere Auskühlung des Thermalwassers auf ca. 30°C mittels Wärmepumpenanlage 3 in dem mittleren Druckbereich zwischen 0,2 und 1,0 MPa realisiert. Während der täglichen Spitzenbelastungszeiten wird die elektrisch angetriebene Wärmepumpenanlage zur Einsparung von Elektroenergie außer Betrieb gesetzt.

Die Geothermie wird in diesem Zeitraum lediglich zum Teil genutzt, indem das Thermalwasser nur bis etwa 65°C ausgekühlt wird. Der Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage mit dem bei geringem Druck arbeitenden Wärmespeicher 1 wird in drei unterschiedlichen Druckbereichen, die durch die spezifische Einbindung der Umwälzpumpengruppen 5 und 7 in das Gesamtsystem gewährleistet sind, durchgeführt. Der Speicher wird bei einem Druck von 0,11 MPa betrieben. Die Speicherladung erfolgt mit dem in der Wärmepumpenanlage 3 auf ca. 90°C erwärmten Heizwasser unter Druckminderung von ca. 0,6 auf 0,11 MPa im Druckminderventil 25 über die mit den Absperrventilen 26; 27 und der Trennarmatur 28 versehenen Speicherladeleitung 11. Im Winterspitzenbetrieb wird dem aus der geothermischen Heizzentrale ausgespeisten Speicherlademedium aus der Vorlaufleitung 12 über die Speicherladeleitung 11a Heizwasser mit einer Temperatur von ca. 130°C–150°C unter Druckminderung von 2,0 auf ca. 0,6 MPa beigemischt. In die Speicherladeleitung 11a ist neben dem Absperrventil 29 das Druckminderventil 30 und das in Abhängigkeit von der Temperatur des Speicherladewassers in der Speicherladeleitung 11 geregelte Stellventil 39 eingebunden. Das während des Ladeprozesses aus dem Wärmespeicher abgeführte Kaltwasser wird über die Trennarmatur 31 und das Absperrventil 32 in der Kaltwasseraustrittsleitung 8 sowie die Speicherpumpe 14 und das Absperrventil 38 in der Verbindungsleitung 24 in die Heiznetzrücklaufleitung 6 gefördert. Für den häufig auftretenden Fall der Nutzung der Speicherwärme in Vorspitzenzeiten, z. B. in der Übergangsperiode mit geringer Speicherleistung, wird ein Teil des über die Heiznetzrücklaufleitung 6 zugeführten Heizwassers vor Eintritt in den Wärmeübertrager 2 über das Absperrventil 33 in dem Bypass 15, das Druckminderventil 25, das Absperrventil 34 in der Verbindungsleitung 16 und die Trennarmatur 31 in den Wärmespeicher 1 ausgespeist. In der Größenordnung der in den Wärmespeicher 1 geleiteten Rücklaufwassermenge wird warmes Wasser mit ca. 90°C aus dem Wärmespeicher 1 über die Trennarmatur 28, das Absperrventil 35 in der Speicherentladeleitung 13, die Speicherpumpe 14 und das Absperrventil 36 in der Speicherentladeleitung 13 sowie die zweite Umwälzpumpengruppe 7 in der Verbindungsleitung 10 dem Heizwerk 4 zugeführt. Der Wärmeübertrager 2 ist zur optimalen Nutzung der Geothermie für diese überwiegend angewendete Verfahrensführung, d. h. für einen Heizwasserdurchsatz, der dem um die Speichermenge verminderten Heiznetzrücklaufmenge entspricht, ausgebildet. Bei gleichzeitiger Einbindung der Speicherwärme in den Wärmeerzeugungsprozeß ist durch die der verminderten Heizwasserrücklaufmenge angepaßte Dimensionierung des Wärmeübertragers 2 dessen volle Leistung und die volle Nutzung des Geothermieangebotes gewährleistet.

Für einen weiteren Anwendungsfall mit größerer Speicherleistung im Übergangsbetrieb bei niedrigen Rücklaufftemperaturen wird dem aus dem Heiznetzrücklauf entnommenen Heizwasser ein Teil des im Wärmeübertrager 2 erwärmten Wassers über die Zusatzentladeleitung 17 und das Absperrventil 37 beigemischt. Das Gemisch wird anschließend, wie oben beschrieben, in den Wärmespeicher 1 geleitet.

Die Speicherleistung wird somit erhöht. Der Wärmeübertrager wird mit der seiner Auslegung entsprechenden Wassermenge beaufschlagt, so daß auch in diesem Betriebsfall die Geothermie bei der Wärmeübertragung an das Rücklaufwasser in vollem Umfang genutzt wird. Das aus der Wärmepumpenanlage 3 austretende Heiznetzwasser wird anteilig zur Wärmespeicherung über die Speicherladeleitung 11 in den Wärmespeicher 1 und ggf. zur Nachwärmung über die Verbindungsleitung 10 in die Vorlaufleitung 12 geleitet. Zum Erreichen der maximalen Speichertemperatur von 100°C für den drucklosen Wärmespeicher 1 wird, falls erforderlich, in die Speicherladeleitung 11 zusätzlich Wasser mit einer Temperatur von 130°C–150°C aus der Vorlaufleitung 12 eingespeist.

Im Wintermaximalbetrieb mit hohen Rücklaufftemperaturen wird im Entladeprozeß aus der Heiznetzrücklaufleitung 6 eine größere Wassermenge über den Bypass 15, die Verbindungsleitung 16 und die Kaltwasseraustrittsleitung 18 in den Wärmespeicher 1 geleitet, wobei die Menge des über den Bypass 15 ausgespeisten und zur Speicherentladung dienenden Heiznetzrücklaufwassers entsprechend der erforderlichen Speicherleistung variiert wird. Mit der Erhöhung der Speicherleistung wird gleichzeitig der Heiznetzrücklaufwasserdurchsatz im Wärmeübertrager 3 vermindert, so daß auf Grund der für den Übergangsbetrieb mit einem größeren Rücklaufwasserangebot ausgelegten Wärmeübertrager die Geothermie nur zu einem geringeren Teil genutzt wird. Dieser Nachteil ist insofern vertretbar, als der Zeitraum für diese Betriebsweise gering ist und der Anteil des Direktwärmeaustausches mit dem Thermalwasser an der Gesamtwärmeleistung auf Grund der hohen Rücklaufftemperaturen in dieser Zeit wesentlich vermindert ist.

Zur Einteilung des Gesamtsystems in die vorgesehenen Druckbereiche erfolgt die Pumpentrennung in die erste Umwälzpumpengruppe 5 und die zweite Umwälzpumpengruppe 7.

Die Drucksicherung im Mittel- und Hochdruckbereich II; III wird über die von der Elektroenergie unabhängige, dem Mitteldruckbereich II zugeordnete statische Druckhaltung, die in Form des Druckhaltebehälters 8 und des Ausdampfbehälters 9 in die Verbindungsleitung 10 vor der zweiten Umwälzpumpengruppe 7 eingebunden ist, betrieben. Im Störfall kann in den Teilbereichen II und III somit kein höherer Druck als der Maximaldruck des Mitteldruckbereiches auftreten.

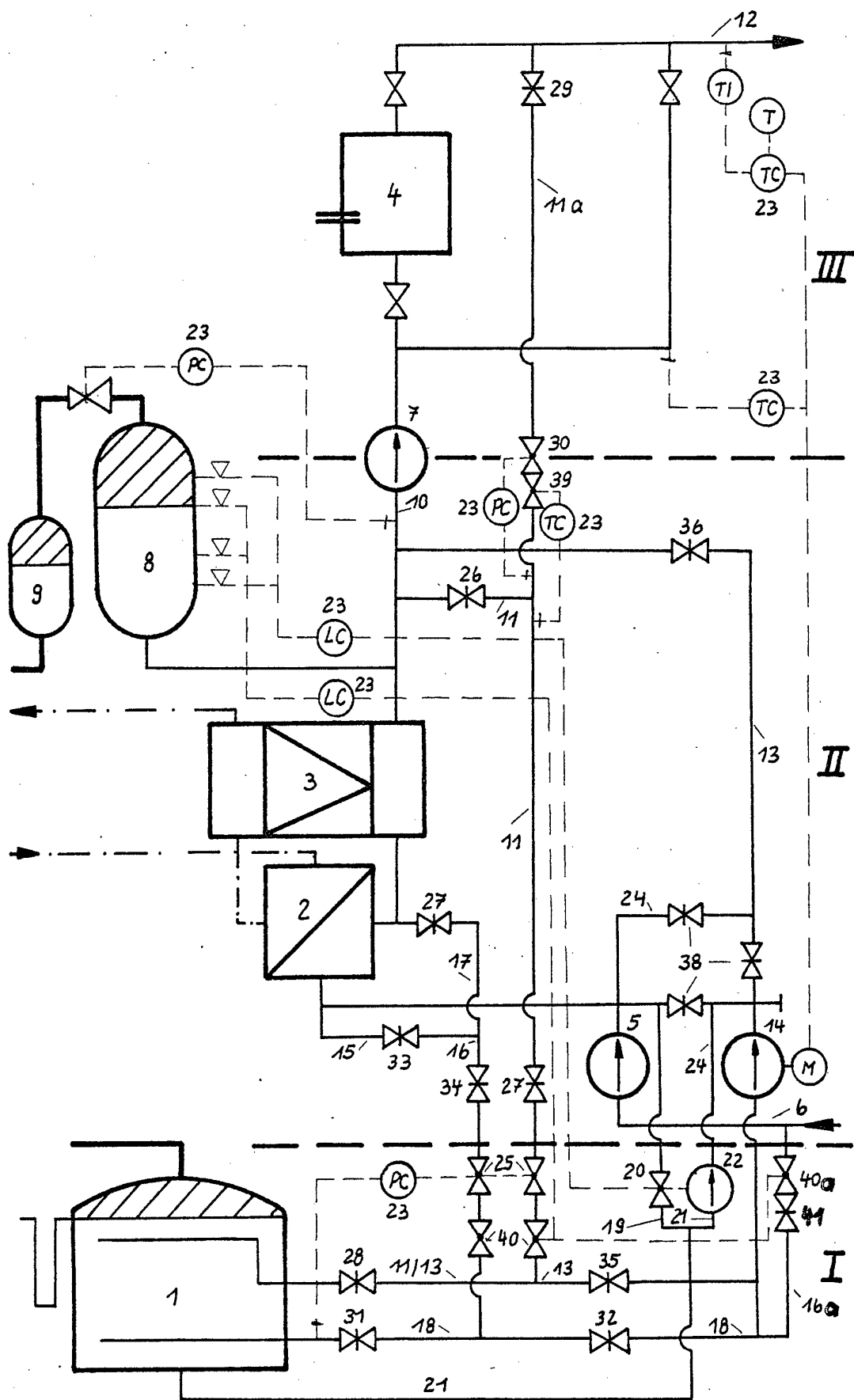
Der dem dampfbeaufschlagten Druckbehälter 8 zugeordnete Ausdampfbehälter 9 übernimmt im laufenden Betrieb die Dampfkühlung und im Störfall, d. h. bei Unterbrechung der Dampfzufuhr zum Druckhaltebehälter 8, die Bereitstellung einer Dampfreserve.

Im Niederdruckbereich I erfolgt eine vom Hoch- und Mitteldruckbereich getrennte Druckhaltung über das Dampfpolster im Wärmespeicher 1.

Der infolge Temperaturschwankungen erforderliche Volumenausgleich für das Gesamtsystem wird im Freiraum des Wärmespeichers 1 realisiert, indem der Wasserstand im Druckhaltebehälter 8 über das Abströmventil 20 konstant gehalten und die Volumenkompensation im Wärmespeicher 1 erzwungen wird. Über die Abströmleitung 19 wird Heizwasser in den Wärmespeicher 1 geleitet bzw. über die Zuströmleitung 21 mit Hilfe der Füllpumpe 22 zurück in die Heiznetzrücklaufleitung gefördert.

Durch die Ausbildung der Absperrventile in der Speicherladeleitung 11 bzw. der Kaltwasseraustrittsleitung 18 als Trennarmaturen 28; 31 wird bei Unterbrechung der Elektroenergieversorgung das Abströmen des Heizwassers aus dem Hoch-/ Mitteldruckbereich in den Niederdruckbereich verhindert. Die innerhalb des Schließzeitraumes abströmende Wassermenge wird durch die statische Druckhaltung nachgespeist. Auf Grund der geringen Druckdifferenz zwischen Mittel- und Niederdrucksystem wird die Abströmmenge zusätzlich begrenzt.

Bei niedrigen Vorlauftemperaturen wird die Druckhaltung der Wärmeversorgungsanlage ausschließlich über die statische Wassersäule und den Auflastdruck im Wärmespeicher 1 betrieben. In diesem Fall werden die Dampfbereitstellung für die Druckhaltung und die Füllpumpe 22 außer Betrieb gesetzt und somit die Wärmeverluste und der Energieaufwand gesenkt.



-1 JUL 1986 * 357788