

(19)



(11)

EP 3 971 484 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.09.2024 Patentblatt 2024/38

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24D 3/08 ^(2006.01) **F24D 17/00** ^(2022.01)
F24D 19/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21181483.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24D 19/1063; F24D 3/08; F24D 17/0031;
F24D 19/1081

(22) Anmeldetag: **24.06.2021**

(54) **VERFAHREN ZUR BEREITUNG VON WARMWASSER IN EINEM GEBÄUDE,
WARMWASSERBEREITUNGSANLAGE UND STEUEREINRICHTUNG FÜR EINE
WARMWASSERBEREITUNGSANLAGE**

METHOD FOR PREPARING HOT WATER IN A BUILDING, HOT WATER TREATMENT
INSTALLATION AND CONTROL DEVICE FOR A HOT WATER TREATMENT INSTALLATION

PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE DANS UN BÂTIMENT, INSTALLATION DE
PRODUCTION D'EAU CHAUDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'UNE INSTALLATION DE
PRODUCTION D'EAU CHAUDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **Kähler, Dr. Arne**
61350 Bad Homburg (DE)
- **Ohl, Dr. Jochen**
64823 Groß-Umstadt (DE)
- **Schuck, Alfons**
60320 Frankfurt (DE)
- **Schulz, Hans-Jürgen**
61381 Friedrichsdorf (DE)

(30) Priorität: **16.09.2020 DE 102020124153**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.03.2022 Patentblatt 2022/12

(73) Patentinhaber: **Techem Energy Services GmbH**
65760 Eschborn (DE)

(74) Vertreter: **Keil & Schaafhausen Patentanwälte
PartGmbH**
Bockenheimer Landstraße 25
60325 Frankfurt am Main (DE)

(72) Erfinder:
• **Ghebru, Dr. Daniel**
60528 Frankfurt am Main (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 711 960 EP-A2- 1 403 588
DE-A1- 3 529 814 DE-C1- 4 444 987

EP 3 971 484 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bereitung von Warmwasser in einem Gebäude nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, eine dafür genutzte, insbesondere zentrale, Warmwasserbereitungsanlage mit einer Wärmequelle, einem Wärmespeicher und einem Ladekreis zum Übertragen von Wärme aus der Wärmequelle in den Wärmespeicher und einem an die Wärmequelle angeschlossenen Heizkreis nach dem Oberbegriff des Anspruch 9 sowie eine Steuereinrichtung hierfür nach dem Oberbegriff des Anspruchs 15. Bei dem Verfahren erfolgt das Aufheizen des Warmwassers in einer Erwärmungsphase, in der Wärme aus der Wärmequelle in den Wärmespeicher übertragen wird und in der die Wärmequelle zumindest zeitweise Wärme erzeugt. Das Warmwasser wird typischerweise in dem Wärmespeicher erwärmt und dort für Verbraucher bereitgehalten. Dazu kann das erwärmte Wasser direkt in dem Wärmespeicher bereitgehalten werden, d.h. zur Entnahme aus dem Wärmespeicher. Bei dem Wärmespeicher kann es sich aber auch um einen Pufferspeicher handeln, der der Warmwasserbereitung dient, beispielsweise dem Wärmespeicher einer Frischwasserstation respektive einem Hygienespeicher, der erwärmtes Heizungswasser speichert und in dem das Warmwasser im Durchlaufprinzip erwärmt wird. Die Warmwasserbereitung kann mit einer Raumbeheizung kombiniert oder eigenständig sein. Bei den Gebäuden kann es sich beispielsweise um Wohn- oder Geschäftsgebäude handeln.

[0002] Der Begriff "Wärme" wird in diesem Text als Wärmeenergie verstanden, insbesondere im Sinne eines erwärmten Wärmeträgers, durch den die Wärme aus der Wärmequelle in den Wärmespeicher übertragen werden kann. Die Wärmequelle der (bezogen auf das Gebäude) insbesondere zentralen Warmwasserbereitungsanlage kann ein Heizkessel sein, dessen Brenner Wärmeenergie erzeugt, eine Wärmepumpe, die Umweltwärme von einem niedrigen auf ein für die Warmwasserbereitung erforderliches Niveau erhöht, eine Fern- oder Nahwärmestation, die Wärmeenergie aus einem Wärmenetz bezieht oder jede andere Einrichtung, die geeignet ist, einen Wärmeträger zu erhitzen, wie bspw. ein Solarkollektor. Ein Zurverfügungstellen von Wärme durch die Wärmequelle wird in diesem Text auch als Erzeugen von Wärme bezeichnet und soll ausdrücklich Fälle miteinschließen, in denen die Wärme nicht durch einen aktiven Prozess erzeugt, aber durch die Wärmequelle zur Verfügung gestellt wird, bspw. indem die Wärmequelle die Wärme durch ein Fern- oder Nahwärmenetz oder Solarkollektoren bezieht. Die Erfindung ist unabhängig von der Art und Weise der Wärmeerzeugung in der Wärmequelle. Grundsätzlich kann die Wärme in der Wärmequelle gemäß der Erfindung also durch Umwandlung von Endenergie (z.B. durch Verbrennen von Öl, Gas, Pellets in einen Heizkessel oder Blockheizkraftwerk, durch elektrisches Erhitzen, durch eine Wärmepumpe, die Umweltwärme von einem niedrigen auf ein für die Warmwasserbereitung erforderliches Niveau erhöht, oder durch ähnliche Umwandlungsprozesse eines Energieträgers in Wärme) oder durch Bezug aus einem Fern- oder Nahwärmenetz (über eine Fern- oder Nahwärmestation) erzeugt werden.

[0003] Der Ladekreis ist meist ein Ladekreislauf, der die Wärmequelle mit dem Wärmespeicher verbindet und der den in der Wärmequelle erhitzten Wärmeträger (auch als Heizmedium bezeichnet, in der Regel Wasser) mittels einer Fördereinrichtung zu dem Wärmespeicher überträgt. Das Wärmeübertragen erfolgt also durch den Ladekreis, insbesondere durch Zirkulieren des Wärmeträgers in dem Ladekreis. Eine Zirkulation kann sich aufgrund thermischer Unterschiede im Ladekreis ergeben. Vorzugweise findet jedoch eine aktive Umwälzung des Wärmeträgers, bspw. mittels einer Umwälzpumpe, statt. Dieses aktive Wärmeübertragen kann dann durch Beenden des aktiven Umwälzens, bspw. durch Ausschalten der Umwälzpumpe oder Schließen eines Ventils zum Unterbinden der Zirkulation des Wärmeträgers, gestoppt werden. Der Wärmeträger kann einfachweise eine Flüssigkeit, bspw. Wasser, sein.

[0004] Für das eigentliche Übertragen der Wärme kann in dem Ladekreis bspw. ein Wärmetauscher vorgesehen sein, der einen ersten von dem erhitzten Wärmeträger durchströmten Bereich (Primärseite) und einen zweiten Bereich mit dem zu erwärmenden Wasser (Sekundärseite) aufweist, wobei der zweite Bereich den ersten Bereich zumindest abschnittsweise umgibt bzw. eine Kontaktfläche zwischen zweitem und erstem Bereich besteht. Typischerweise strömt auch das zu erwärmende Wasser durch die Sekundärseite des Wärmetauschers. Durch den Wärmetauscher wird also die Wärme von dem Wärmeträger auf das zu erwärmende Wasser übertragen. Die Erfindung ist jedoch auch unabhängig von der Art und Funktionsweise der Wärmeübertragung, d.h. der Übertragung von Wärme respektive Wärmeenergie aus der Wärmequelle in den Wärmespeicher.

[0005] Üblicherweise wird die Temperatur des Warmwassers in einem Gebäude an einer zentralen Stelle im Wärmespeicher gemessen und durch einen Regler geregelt. Die Regelung für das Aufheizen des Speicherinhalts, d.h. für die Warmwasserbereitung, funktioniert dann derart, dass es für den Sollwert des Warmwassers einen unteren und einen oberen Sollwert gibt. Die im Speicher gemessene Wassertemperatur soll dabei stets zwischen diesen beiden Werten liegen: sobald der untere Sollwert unterschritten wird, startet der Aufheizvorgang, der beendet wird, sobald der obere Sollwert erreicht wird. Dies gilt in vergleichbarer Weise für einen Warmwasserspeicher, in dem das Warmwasser dauerhaft zur Entnahme gespeichert ist, als auch für einen Pufferspeicher, der die Wärme speichert und in der Art eines Durchlauferhitzers kalt in den Durchlauferhitzer einströmendes Frischwasser erwärmt, das dann beim Ausströmen aus dem aus dem Durchlauferhitzer das Warmwasser im Sinne der Erfindung bildet.

[0006] Die Einstellmöglichkeiten für die beiden Sollwerte können je nach verwendetem Regler unterschiedlich sein: Oft wird nur der obere Sollwert am Regler eingestellt. Der untere Sollwert ergibt sich aus einem fest im Regler hinterlegten

Offset (beispielsweise -5 K). Teilweise kann dieser Offset auch am Regler konfiguriert werden. Eine andere Einstellweise besteht darin, dass am Regler ein Mittelwert gewählt wird. Der obere Sollwert ergibt sich dann aus dem eingestellten Mittelwert und einem positiven Offset (beispielsweise +2,5 K), der untere Sollwert aus dem eingestellten Mittelwert und einem negativen Offset (beispielsweise -2,5 K).

5 **[0007]** Das Aufheizen des Wärmespeicherinhalts erfolgt im dem Ladekreislauf, wie er bereits beschrieben wurde und grundsätzlich auch gemäß der Erfindung genutzt wird, entweder über einen direkt im Speicher angeordneten Wärmetauscher oder über einen externen Wärmetauscher, der primärseitig von Heizungswasser und sekundärseitig von zu erwärmendem Speicherwasser durchströmt wird. Der Aufheizvorgang startet also dadurch, dass der Ladekreislauf in Gang gesetzt wird. Hierfür kann entweder eine Speicherladepumpe (Umwälzpumpe) eingeschaltet oder aber - insbesondere in Kombination mit einer Heizungsanlage - ein Zweiwegeventil betätigt werden. Das Zweiwegeventil leitet das Heizungswasser in Richtung des Wärmespeichers anstatt in Richtung der Raumheizung, wobei ggf. auch Zwischenstellungen des Zweiwegeventils möglich sind, die eine Aufteilung der zur Verfügung stehenden Wärme in Richtung Wärmespeicher und Raumheizung erlauben. Eine weitere Möglichkeit ist üblich in kleineren Heizungsanlagen und/oder in Kombination mit einer Raumheizung, in der ein direkter, ungemischter Heizkreis betrieben wird. Dabei wird der Sollwert für die Vorlauftemperatur des Wärmeerzeugers bzw. der Fernwärmeübergabestation auf einen Wert angehoben, der ausreicht, um den Speicherinhalt zu erwärmen, und währenddessen der Heizkreis ausgeschaltet.

10 **[0008]** Wenn die gemessene Speichertemperatur den (oberen) Sollwert erreicht, werden der Aufheizvorgang beendet und der Sollwert des Wärmeerzeugers bzw. der Fernwärmeübergabestation (mithin der Wärmequelle) in einer mit der Raumheizung kombinierten Anlage wieder auf den für die Raumheizung notwendigen Wert abgesenkt. In einer Anlage ohne Raumheizung oder wenn die vorhandene Raumheizung nicht in Betrieb ist (beispielsweise in den Sommermonaten), wird der Wärmeerzeuger ausgeschaltet oder - bei Fernwärmeversorgung - der Bezug der Fernwärme gestoppt und eine Ladephase beendet. Der Kreislauf des erhitzten Wärmeträgers in dem Ladekreis kann noch für die Dauer einer Nachlaufphase aufrechterhalten werden, um Restwärme aus Heizkessel und Rohrleitungen in den Wärmespeicher zu laden und so noch zu nutzen.

15 **[0009]** Die Dauer einer solchen Nachlaufphase ist im bekannten Stand der Technik entweder fest im Regler hinterlegt oder konfigurierbar und beträgt beispielsweise 3 Minuten. Auch wenn dieser Wert konfigurierbar ist, hat die Nachlaufphase nach Abschluss der Einrichtung bzw. Inbetriebnahme der Warmwasserbereitungsanlage einen festen Wert, der bei jedem Aufheizvorgang des Speichers gleich ist. Ein Nachteil dieses üblichen Vorgehens besteht darin, dass die Nachlaufphase nicht an die Gegebenheiten der vorhandenen Heizungsanlage angepasst ist. Je nach der Wärmekapazität auf der Heizungsseite, die durch das Wasservolumen in Heizkessel und Rohrleitungen und die sonstigen wärmespeichernden Materialien (Rohre, Wärmetauscher im Heizkessel) sowie das erreichte Temperaturniveau bestimmt ist, ist bei Erreichen des Sollwertes im Wärmespeicher noch eine überschüssige Wärmemenge vorhanden, die während der Nachlaufphase an den Wärmespeicherinhalt abgegeben werden könnte. Durch eine zu kurze Nachlaufphase bleibt ein Teil dieser Wärmemenge ungenutzt. Eine zu lange Nachlaufphase kann beispielsweise in Verbindung mit einer Raumheizung und Warmwasservorrangschaltung dazu führen, dass der Heizkreis unnötig lange nicht mit Wärme versorgt wird. Darüber hinaus kann durch eine zu lange Nachlaufphase der Speicher durch das nun kühlere Heizungswasser wieder ein Stück weit entladen werden.

20 **[0010]** Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass der eigentliche Aufheizvorgang bei Erreichen der Solltemperatur beendet wird und der Wärmespeicherinhalt während der Nachlaufphase weiter erwärmt wird. Hierdurch entsteht eine ungewollte Übererwärmung des Speicherinhalts, was wiederum erhöhte Bereitstellungsverluste zur Folge hat.

25 **[0011]** Bei den bekannten Verfahren zur Warmwassererzeugung, wie sie eingangs dargestellt sind, wird die erzeugte Wärme also nicht optimal ausgenutzt.

30 **[0012]** Die DE 44 44 987 C1 beschreibt ein Verfahren zur Regelung der Brauchwasseraufheizung in einer Heizungsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruch 1, wobei das Abschalten des Brenners bei einer unterhalb der Brauchwassersolltemperatur liegenden Abschalttemperatur durch einen Regler erfolgt, der anhand der eingestellten Brauchwassersolltemperatur die Differenz zu einer Abschalttemperatur selbsttätig festlegt. Dazu werden verschiedene Möglichkeiten vorgeschlagen. Gemäß einer Möglichkeit kann die Temperaturanhebung in einer üblichen Nachlaufzeit festgestellt und anhand dieses Wertes die Abschaltzeit automatisch festgelegt werden. Eine weitere Möglichkeit sieht vor, die von dem Brauchwasser noch benötigte und die vom Kesselwasser noch zur Verfügung zu stellende Wärmemenge zu ermitteln, und daraus die Abschalttemperatur zu errechnen. Eine wieder andere Möglichkeit sieht vor, während der Nachladephase ständig zu ermitteln, um wieviel Kelvin die Brauchwassertemperatur noch angehoben werden kann, um daraus die Grenztemperatur für das Abschalten des Brenners zu ermitteln.

35 **[0013]** Aufgabe ist es, die im Rahmen der Warmwasserbereitung erzeugte Wärme optimal auszunutzen bzw. die für die Warmwasserbereitung gewünschte Erwärmung des Wassers mit einem möglichst geringen Energieeintrag und damit hohem Nutzungsgrad zu erreichen, wobei ein besonders reibungsloser Übergang von einem Betrieb der Wärmequelle für die Warmwasserbereitung zu einem Betrieb der Wärmequelle für eine Gebäudeheizung erreicht werden soll.

40 **[0014]** Diese Aufgabe wird mit durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Warmwasserbereitungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Erfindungsgemäß ist bei den vorgeschlagenen Verfahren

insbesondere vorgesehen, dass in der Erwärmungsphase das Wärmeübertragen von in der Wärmequelle vorhandener Wärme jeweils in einer Ladephase während der Wärmeerzeugung durch die Wärmequelle und/oder in einer Nachlaufphase nach einem Ausschalten der Wärmeerzeugung der Wärmequelle solange erfolgt, bis die in der Wärmequelle erzeugte Wärme möglichst vollständig in den Wärmespeicher übertragen ist, und/oder dass das Wärmeerzeugen durch die Wärmequelle in einer Ladephase abgeschaltet wird, bevor eine voreingestellte Warmwasser-Solltemperatur $T_{WW,Soll}$ in dem Wärmespeicher erreicht ist.

[0015] Als Ladephase wird also der Teil der Erwärmungsphase (Zeitraum) bezeichnet, in der sowohl das Wärmeübertragen (bspw. durch aktive Zirkulation des Wärmeträgers in dem Ladekreis) stattfindet als auch die Wärmequelle Wärme erzeugt, wobei die Wärmequelle auch intermittierend Wärme erzeugen kann, d.h. die Wärmeerzeugung durch die Wärmequelle abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird. Bei einem Heizkessel nennt man diesen Vorgang auch "Takten".

[0016] Als Nachlaufphase wird ein Teil der Erwärmungsphase verstanden, in dem das Wärmeübertragen noch stattfindet (bspw. durch aktive Zirkulation des Wärmeträgers in dem Ladekreis), die Wärmequelle aber keine Wärme mehr erzeugt (d.h. nach dem Ausschalten der Wärmequelle während einer Erwärmungsphase bzw. dem letztmaligen Ausschalten im getakteten Betrieb). Die Nachlaufphase folgt also unmittelbar oder mittelbar auf die Ladephase, wobei während der Nachlaufphase noch erwärmter Wärmeträger aus der Ladephase in dem Ladekreis vorhanden ist. Die Nachlaufphase kann mittelbar auf die Ladephase folgen, wenn bspw. nach der Ladephase eine Pause eingeschoben wird, bevor die Nachlaufphase beginnt. In der Pause sind dann sowohl das Wärmeerzeugen (bspw. durch Ausschalten des Brenners oder einer externen Wärmezufuhr) als auch das Wärmeübertragen (bspw. durch Ausschalten einer Umwälzpumpe oder anderem Unterbinden der Zirkulation des Wärmeträgers) unterbrochen. Während einer kurzen Pause bleibt also Wärme in dem Wärmeträger im Ladekreis gespeichert und kann später in der Nachlaufphase noch übertragen werden.

[0017] Eine möglichst vollständiges Übertragen der erzeugten Wärme in den Wärmespeicher ist im Einklang mit der Erfindung insbesondere dann erreicht, wenn sich die Temperatur von in der Wärmequelle erwärmtem Wärmeträger und die Temperatur in dem Wärmespeicher soweit angeglichen haben, dass aufgrund eines zumindest nahezu erreichten thermodynamischen Gleichgewichts kein nennenswerter Energieübertrag mehr stattfindet. Hierbei ist erfindungsgemäß unter "erzeugter Wärme" nur die Wärme zu verstehen, die in der Warmwasserbereitungsanlage übertragbar ist. Notwendigerweise auftretende oder unvermeidbare Wärmeverluste (Bereitungsverluste, bspw. durch Abstrahlung von erzeugter Wärme in der Warmwasserbereitungsanlage während des normalen Betriebs und/oder aufgrund des Anlagenaufbaus) werden in diesem Sinne nicht als erzeugte Wärme angesehen, weil die nicht vermeidbaren Wärmeverluste im normalen Betrieb für eine Wärmeübertragung nicht zur Verfügung stehen.

[0018] Es ist beispielsweise möglich, die aktuell durch den Ladekreis abgegebene aktuelle Wärmeleistung $\dot{Q}_{aktuell}$ zu bestimmen und das Wärmeübertragen dann zu beenden, wenn die aktuelle Wärmeleistung $\dot{Q}_{aktuell}$ einen definierten (d. h. konfigurierbar vorgegebenen) Schwellenwert unterschreitet. Das Beenden des Wärmeübertragens führt in jedem Fall auch zu einem Beenden des Wärmeerzeugens in der Wärmequelle. Es beendet damit die Erwärmungsphase durch Abschalten von Ladephase oder Nachlaufphase, je nachdem, welche der Phasen gerade aktiv ist. Üblicherweise wird dies die Nachlaufphase sein. Wenn sich die Temperatur von in der Wärmequelle erwärmtem Wärmeträger und die Temperatur in dem Wärmespeicher auch in der Ladephase soweit aneinander angleichen, dass ein Wärmeübertragen nicht mehr stattfindet, kann aber auch die Ladephase gerade aktiv sein.

[0019] Der für die Warmwasserbereitung aufzuwendende Energieeintrag kann erfindungsgemäß auch dadurch reduziert werden, dass das Wärmeerzeugen durch eine Wärmequelle in der Ladephase aus- bzw. abgeschaltet wird, bevor die voreingestellte Warmwasser-Solltemperatur $T_{WW,Soll}$ in dem Wärmespeicher erreicht ist. Auch durch diese Maßnahme wird die durch die Wärmequelle bereits erzeugte und in der Wärmequelle oder dem Ladekreis gespeicherte Wärme zur Aufwärmung des Wassers in dem Wärmespeicher verwendet, nachdem die Wärmequelle ausgeschaltet wurde. Hier kann in einer einfachsten Ausführung, ggf. anlagenspezifisch abhängig von der Wärmekapazität von Wärmequelle und/oder Ladespeicher sowie der Menge (dem Volumen) des zu erwärmenden Wassers, eine Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ für die in dem Wärmespeicher gemessene Warmwassertemperatur T_{WW} festgelegt werden, die kleiner ist als die Warmwasser-Solltemperatur $T_{WW,Soll}$ und bei deren Erreichen das Wärmeerzeugen beendet wird, d.h. die Wärmequelle ausgeschaltet wird. Mathematisch ausgedrückt kann dieses Kriterium wie folgt beschrieben werden:

$$T_{WW,aus} \leq T_{WW,Soll}$$

[0020] Die Warmwasser-Solltemperatur $T_{WW,Soll}$ wird dann erst nach Ausschalten des Wärmeerzeugens durch die Wärmequelle erreicht, indem die bereits erzeugte Wärme nach Ausschalten der Wärmequelle noch für ein weiteres Erwärmen des in dem Wärmespeicher vorhandenen Wassers genutzt wird. Eine geeignete Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ kann im einfachsten Fall empirisch festgelegt werden.

[0021] Durch die beiden beschriebenen Maßnahmen wird der Energieeintrag bei der Warmwasserbereitung durch

besseres und vollständigeres Ausnutzen der durch die Wärmequelle erzeugten Wärme vermindert. Durch das frühe Ausschalten der Wärmequelle respektive des Wärmeerzeugers der Wärmequelle vor Erreichen der Warmwasser-Solltemperatur (im Sinne der Zieltemperatur) wird die Zieltemperatur erst mit der im System vorhandenen Restwärme erreicht. Die Bereitstellungsverluste werden so reduziert, weil bei einer höheren Temperatur des Speicherinhalts (als der Zieltemperatur) die Abstrahlverluste sowie die Verteilungsverluste im Gebäude ansteigen. Das Bemessen der Nachlaufphase so, dass die in dem Wärmeerzeuger und Rohrleitungssystem verbliebene Wärmeenergie möglichst vollständig in den Wärmespeicher abgegeben wird, vermeidet einen Verlust von Wärmeenergie an die Umgebung während der Stillstandphase. Durch beide Maßnahmen, die erfindungsgemäß kombiniert oder jeweils einzeln anwendbar sind, findet also eine optimale Ausnutzung des Energieeintrags statt.

[0022] Für das beschriebene Beenden des Wärmeübertragens ist es besonders vorteilhaft, dass die Ladephase oder Nachlaufphase dann beendet wird, wenn eine im Ladekreis abgegebene aktuelle Wärmeleistung \dot{Q}_{aktuell} kleiner (oder kleiner gleich, was durch die Formulierung "kleiner" mit abgedeckt sein soll) einer gewichteten durchschnittlichen Wärmeleistung während vorausgegangener Ladephasen oder Nachlaufphasen ist.

[0023] Häufig verfügen Wärmequellen mit Ladekreis über einen Wärmezähler, der bspw. die Vorlauftemperatur T_{VL} und die Rücklauftemperatur T_{RL} im Ladekreis sowie den Massestrom im Ladekreis erfasst und daraus die aktuelle Wärmeleistung \dot{Q}_{aktuell} im Ladekreis ermittelt, die im Wärmekreis abgegeben wird. Dies kann häufig abgefragt werden. In einer Recheneinheit einer erfindungsgemäßen Warmwasserbereitungsanlage können so die Werte der aktuellen Wärmeleistung \dot{Q}_{aktuell} erfasst und Mittelwerte \dot{Q}_{MW} der während vorausgegangener Ladephasen und/oder Nachlaufphasen abgegebenen Wärmeleistung \dot{Q} ermittelt werden. Diese Mittelwerte können in jeder Ladephase und/oder Nachlaufphasen bspw. als gleitende Mittelwerte über einen bestimmten Zeitraum oder eine bestimmte Anzahl von durchgeführten Warmwasserbereitungen bestimmt werden und aktualisieren sich so fortlaufend.

[0024] Die Gewichtung kann durch einen Faktor a gebildet sein, mit dem der Mittelwert \dot{Q}_{MW} multipliziert wird, wobei der Faktor a vorzugsweise in dem Wertebereich $0 < a < 1$ konfigurierbar und variierbar gewählt werden kann. Der Faktor a gibt (als Gewichtung) ein Verhältnis der aktuellen Wärmeleistung zu dem Mittelwert \dot{Q}_{MW} vor.

[0025] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann als Bedingung für das Beenden des Wärmeübertragens die folgende Bedingung gelten bzw. abgefragt werden:

$$\dot{Q}_{\text{aktuell}} \leq a \times \dot{Q}_{MW}$$

[0026] Hierbei sind \dot{Q}_{aktuell} die aktuell registrierte (d.h. erfasste) und im Ladekreis abgegebene Wärmeleistung, \dot{Q}_{MW} die in vorausgegangenen Erwärmungsphasen, Ladephasen oder Nachlaufphasen durchschnittliche abgegebene Wärmeleistung und der Faktor a ein definiert vorgegebener Wert für den Quotienten aus aktueller Wärmeleistung \dot{Q}_{aktuell} und mittlerer Wärmeleistung \dot{Q}_{MW} , durch den das Ausschalten des Wärmeübertragens abhängig von dem Mittelwert ausgelöst wird bzw. erfolgt. Ein möglicher Wert für den Faktor a kann bei 0,1 liegen, d.h. 10% der durchschnittlichen Wärmeleistung \dot{Q}_{MW} .

[0027] Durch eine solche Ermittlung des Kriteriums für ein Beenden des Wärmeübertragens in der Nachlaufphase wird sichergestellt, dass - bezogen auf den gesamten Wärmeübertrag - tatsächlich der wesentliche Übertrag geleistet ist und durch die aktuell noch vorhandene Wärme in dem Ladekreis nur noch ein vernachlässigbarer Beitrag geleistet wird bzw. würde. Entsprechend ist der Wärmeverlust bei Beenden der Wärmeübertragung vernachlässigbar.

[0028] Entsprechendes gilt für eine Variante der bevorzugten Ausführungsform, bei der das Ausschalten des Übertragens in der Ladephase erfolgt und entsprechend die aktuelle abgegebene Wärmeleistung \dot{Q}_{aktuell} in der Ladephase ermittelt wird.

[0029] Als alternatives oder ergänzend angewendetes Kriterium für das Ausschalten des Wärmeübertragens kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgeschlagen werden, dass zumindest während der Ladephase und/oder der Nachlaufphase der Temperaturverlauf der Vorlauftemperatur T_{VL} im Ladekreis und der Temperaturverlauf der Rücklauftemperatur T_{RL} im Ladekreis und/oder der Warmwassertemperatur T_{WW} im Wärmespeicher erfasst werden und das Wärmeübertragen ausgeschaltet wird, wenn die Differenz von Vorlauftemperatur T_{VL} und Rücklauftemperatur T_{RL} und/oder von Vorlauftemperatur T_{VL} und Warmwassertemperatur T_{WW} kleiner als ein oder keiner gleich einem jeweils vorgegebenen Schwellenwert sind. Mathematisch ausgedrückt kann diese Bedingung wie folgt gefasst sein:

$$T_{VL} - T_{RL} \leq \Delta T_{Lad,min}$$

oder

$$T_{VL} - T_{WW} \leq \Delta T_{VL,min},$$

wobei T_{VL} die Vorlauftemperatur im Ladekreis, T_{RL} die Rücklauftemperatur im Ladekreis sind. Der Schwellenwert für die Differenz zwischen Vorlauftemperatur und Rücklauftemperatur im Ladekreis ist $\Delta T_{Lad,min}$, welcher eine minimale Spreizung im Ladekreis für die Abschaltung des Wärmeübertragers (z. B. 1K) vorgibt. Der Schwellenwert für die Differenz zwischen Vorlauftemperatur im Ladekreis und Warmwassertemperatur im Ladespeicher ist $\Delta T_{VL,min}$, welcher eine minimale Übertemperatur des Ladekreises gegenüber der Speichertemperatur für die Abschaltung des Wärmeübertragers (z. B. 3K) vorgibt. Jeder der Schwellenwerte kann erfindungsgemäß konfigurierbar und variierbar sein.

[0030] Die Warmwassertemperatur T_{WW} im Wärmespeicher stimmt mit der Warmwassertemperatur des entnehmbaren Wassers nur dann identisch überein, wenn der Wärmespeicher als Warmwasserspeicher ausgebildet ist, in dem das Warmwasser nach dem Erwärmen bis zur Entnahme gespeichert ist. Im Falle eines als Pufferspeicher ausgebildeten Wärmespeichers, in dem das Warmwasser bspw. nach einem Durchlauferhitzerprinzip erwärmt wird, ist die Warmwassertemperatur T_{WW} im Wärmespeicher strenggenommen die Mediumtemperatur des Wärmemediums im Wärmespeicher, die die Temperatur des Warmwassers definiert, wenn dieses den Durchlauferhitzer durchströmt hat. Damit gibt diese Mediumtemperatur im Wärmespeicher die Warmwassertemperatur vor, so dass diese in vorliegenden Text in gleicher Weise als Warmwassertemperatur T_{WW} bezeichnet werden.

[0031] Auch aus dem Beobachten von Temperaturverläufen lässt sich so mit einer für das erfindungsgemäße Verfahren ausreichenden Genauigkeit ermitteln, dass die in der Wärmequelle erzeugte Wärme vollständig oder nahezu vollständig in den Wärmespeicher übertragen worden ist. Ein Temperaturverlauf lässt sich auch dann durch Nachinstallation von Temperatursensoren vergleichsweise einfach ermitteln, wenn in der Wärmequelle oder dem Ladekreis kein geeigneter Wärmezähler zur Verfügung steht oder dessen Werte für eine Recheneinheit respektive Regelung oder Steuerung der Warmwasserbereitungsanlage nicht auslesbar sind.

[0032] Diese vorstehenden Kriterien für das Beenden der Nachlaufphase bzw. Ladephase und/oder das Abschalten des Wärmeübertragers aus dem Ladekreis in den Wärmespeicher können sowohl in reinen Warmwasserbereitungsanlagen (ohne an die Wärmequelle zusätzlich angeschlossene Heizung) als auch bei einer Warmwasserbereitungsanlage mit einer an der Wärmequelle angeschlossenen Heizung mit mindestens einem Heizkreis zur Gebäudeheizung verwendet werden. Im erfindungsgemäßen Falle einer angeschlossenen Heizung wird als Kriterium für das Abschalten des Wärmeübertragers respektive das Beenden der Ladephase oder Nachlaufphase bei der Warmwasserbereitungsanlage auch eine Vorlauftemperatur im Heizkreis T_{HK} zu beobachten. Während der Ladephase und/oder der Nachlaufphase werden erfindungsgemäß die Temperaturverläufe einer Vorlauftemperatur T_{VL} im Ladekreis und einer Vorlauftemperatur im Heizkreis T_{HK} erfasst, und das Wärmeübertragen wird ausgeschaltet, wenn die Differenz von Vorlauftemperatur T_{VL} im Wärmespeicher und Vorlauftemperatur T_{HK} im Heizkreis kleiner als ein (oder kleiner gleich einem) vorgegebenen Schwellenwert sind.

[0033] Dieses Kriterium lautet mathematisch ausgedrückt

$$T_{VL} - T_{HK} \leq \Delta T_{VL-HK,min}$$

wobei T_{HK} die Vorlauftemperatur im Heizkreis (bei mehreren Heizkreisen: insbesondere die höchste Vorlauftemperatur aller Heizkreise) und der Schwellenwert $\Delta T_{VL-HK,min}$ für Abschaltung des Ladekreises die minimale Übertemperatur der Vorlauftemperatur im Ladekreis respektive der Vorlauftemperatur in der Wärmequelle gegenüber T_{HK} (z. B. 2K) sind. Auch der Schwellenwert $\Delta T_{VL-HK,min}$ ist vorzugsweise erfindungsgemäß konfigurierbar und variierbar.

[0034] Durch dieses Kriterium wird ein besonders reibungsloser Übergang von einem Betrieb der Heizungsanlage respektive der Wärmequelle für die Warmwasserbereitung zu einem Betrieb der Heizungsanlage respektive der Wärmequelle für die Gebäudeheizung erreicht, weil bei Erfüllen dieser Bedingung die Vorlauftemperatur der Wärmequelle gerade mit einer Vorlauftemperatur im Heizkreis (oder deren Sollwert) übereinstimmt. Die Phase der Wärmebereitung (Erwärmungsphase) geht dann nahtlos in eine Phase des Gebäudeheizbetriebs über.

[0035] Gemäß einer erfindungsgemäß besonders bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen werden, dass das Wärmeübertragen ab- bzw. ausgeschaltet wird, wenn weiter eines der vorstehend beschriebenen Kriterien erfüllt ist, d.h.

$$T_{VL} - T_{RL} \leq \Delta T_{Lad,min}$$

oder

$$T_{VL} - T_{WW} \leq \Delta T_{VL,min}$$

[0036] Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Ausschalten des Wärmeerzeugens kann bevorzugt genau dann erfolgen, wenn die während der Ladephase in der Wärmequelle und dem Ladekreis gespeicherte Wärme, d.h. die im System

gespeicherte Restwärme, gerade oder genau ausreicht, um die Warmwasser-Solltemperatur $T_{WW,Soll}$ ohne weitere Wärmezufuhr zu erreichen. Hierdurch wird der notwendige Energieeintrag für die Warmwasserbereitung minimiert und damit die Energieeffizienz optimiert.

5 **[0037]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht in diesem Zusammenhang vor, dass die Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ für das Abschalten des Wärmeerzeugers in der Ladephase bei Erreichen der Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ durch eine gemessene Warmwassertemperatur T_{WW} aus dem Temperaturverlauf der gemessenen Warmwassertemperatur T_{WW} einer oder mehrerer Vorhergehender Warmwasserbereitungen ermittelt wird. Dies kann bspw. dadurch erfolgen, dass das Maximum des Temperaturverlaufs der gemessenen Warmwassertemperatur $T_{WW,max}$ nach dem Abschalten des Wärmeerzeugers ermittelt und eine Differenztemperatur ΔT zu der Warmwasser-Solltemperatur $T_{WW,Soll}$ gebildet wird, d.h. $\Delta T = T_{WW,Soll} - T_{WW,max}$. Die Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ wird dann bspw. durch Addition mit der Differenztemperatur ΔT (ggf. unter Anwendung einer Gewichtung) korrigiert werden zu

$$T_{WW,aus}(neu) := T_{WW,aus}(alt) + \Delta T,$$

15 wobei eine Gewichtung in dem dargestellten Beispiel nicht angewendet wurde. Der Fachmann kann leicht auch andere Möglichkeiten zur adaptiven Anpassung Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ im Rahmen seines Fachwissens finden. Durch iterative Anwendung in aufeinanderfolgenden Warmwasserbereitungen wird die Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ so iterativ optimiert. Als Differenztemperatur ΔT kann, bspw. zur Glättung und kleineren Gewichtung von Ausreißern, auch ein Mittelwert aus mehreren vorausgegangenen Differenztemperaturen ΔT verwendet werden. Durch eine erneute Ermittlung der der Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ nach jeder Warmwasserbereitung oder in vorgegeben Abständen, bspw. jeder n-ten Warmwasserbereitung oder auch nach einer bestimmten Anzahl von Tagen, verhält sich die Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ adaptiv und passt sich automatisch veränderten Betriebsbedingungen an.

20 **[0038]** Ein konkreter Algorithmus bietet die Möglichkeit, eine adaptive Anpassung der Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ für aufeinander folgende Warmwasserbereitungen n unter Vorgabe einer Starttemperatur bei der ersten Warmwasserbereitung $n = 1$ und dann weitere Warmwasserbereitungen $n > 1$ zu beschreiben (adaptives Lernverfahren):

$$30 \begin{aligned} T_{WW,aus}^{(n)} &= T_{WW,Soll} - \left(T_{WW,max}^{(n-1)} - T_{WW,Soll} \right) - \left(T_{WW,Soll} - T_{WW,aus}^{(n-1)} \right) \\ &= T_{WW,Soll} - T_{WW,max}^{(n-1)} + T_{WW,aus}^{(n-1)} \end{aligned}$$

35 **[0039]** $T_{WW,Soll}$ entspricht hierbei dem im Regler eingestellten Sollwert für die zu erreichende Temperatur im Wärmespeicher (z. B. 60°C), und es wird $T_{WW,aus}^{(0)} = T_{WW,Soll}$ als Startbedingung für das Verfahren gesetzt.

40 **[0040]** Für die Bestimmung des korrekten Endzeitpunktes für die Wärmeerzeugung im Rahmen des adaptiven Lernverfahrens können die Temperatur des Wärmespeichers T_{WW} während der ersten Ladephase, die mit Erreichen von $T_{WW,Soll}$ und dem damit verbundenen Abschalten der Wärmequelle endet, sowie - aus nachfolgend noch erläuterten Gründen - optional die Vorlauftemperatur im Ladekreis beobachtet werden. Während der Nachlaufphase und zu Beginn der sich ggf. anschließenden Auskühlphase wird die maximal erreichte Wärmespeichertemperatur $T_{WW,max}$ ermittelt, die dann bei der nächsten Warmwasserbereitung zur Adaption der Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ herangezogen wird.

45 **[0041]** Eine Optimierung des Verfahrens kann darin bestehen, die tatsächliche Vorlauftemperatur zu berücksichtigen und deren Wert in die Bestimmung des Ausschaltpunktes respektive der Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ einfließen zu lassen. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die Vorlauftemperatur der Wärmequelle nicht konstant sein muss. Ist die Vorlauftemperatur geringer als im Durchschnitt, dann wird die Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ geringfügig angehoben und umgekehrt. Dazu kann vorteilhafterweise Weise die Vorlauftemperatur der Wärmequelle T_{VL} während der Ladephasen erfasst und ein Mittelwert, bspw. ein gleitender Mittelwert über eine vorgegebene Anzahl von mehreren Warmwasserbereitungen, gebildet werden.

50 **[0042]** Die Erfindung betrifft auch eine Warmwasserbereitungsanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9. Die Steuereinrichtung, die insbesondere eine Recheneinheit umfasst, ist erfindungsgemäß zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens eingerichtet.

55 **[0043]** Erfindungsgemäß weist die Warmwasserbereitungsanlage einen Vorlauftemperaturfühler zur Messung der Vorlauftemperatur im Ladekreis auf, und kann weiter einen Rücklauftemperaturfühler zur Messung der Rücklauftemperatur im Ladekreis und/oder einen Wärmezähler zur Ermittlung der im Ladekreis abgegebene Wärmemenge aufweisen. Der Ladekreis ist ein geschlossener Kreislauf zwischen der Wärmequelle und dem Wärmespeicher, in dem der Wärmeträger zirkuliert, wobei als Vorlauf des Ladekreises der Zweig des Ladekreises gilt, in dem in der Wärmequelle

erwärmter Wärmeträger dem Wärmespeicher zugeführt wird und als Rücklauf des Ladekreises der Zweig des Ladekreises gilt, in dem der Wärmeträger nach Abgabe der Wärme in dem Wärmespeicher zu der Wärmequelle zurückgeführt wird. Für die Zirkulation des Wärmeträgers in dem Ladekreis kann eine auch als Speicherladepumpe bezeichnete Umwälzpumpe vorgesehene sein. Ferner kann die Warmwasserbereitungsanlage einen Warmwassertemperaturfühler zur Messung der Warmwassertemperatur im Wärmespeicher aufweisen. Wie beschrieben kann der Wärmespeicher insbesondere als Warmwasserspeicher oder Pufferspeicher für einen Durchlauferhitzer ausgebildet sein.

[0044] Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise mittelbar oder unmittelbar mit dem Vorlauftemperaturfühler, dem Rücklauftemperaturfühler, dem Wärmezähler, der Umwälzpumpe und/oder dem Warmwassertemperaturfühler verbunden. Bei einer unmittelbaren Verbindung ist die Steuereinrichtung direkt mit den erwähnten Komponenten verbunden und kann auf deren Messwerte zugreifen. In diesem Fall steuert die Steuereinrichtung die gesamte Warmwasserbereitungsanlage, einschließlich einer Basisregelung der Warmwasserbereitungsanlage respektive des Ladekreises, d.h. insbesondere die Regelung der Vorlauftemperatur im Ladekreis, das An- und Abschalten der Wärmequelle und/oder das An- und Abschalten der Umwälzpumpe, und die im Rahmen des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens umgesetzte Optimierung.

[0045] In einer anderen Ausführungsform weist die erfindungsgemäß vorgeschlagene und zur Durchführung des Verfahrens eingerichtete Steuereinrichtung eine Schnittstelle (insbesondere eine Kommunikationsschnittstelle) zu einem Regler zur Basissteuerung der Warmwasserbereitungsanlage auf. Die Steuereinrichtung kann auf den Regler Stellbefehle zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens aufschalten und Messwerte von Temperaturfühlern, insbesondere von dem Warmwassertemperaturfühler, abrufen. Der durch den Regler vermittelten Zugriff auf Komponenten ist mit einem mittelbaren Zugriff der Steuereinrichtung auf die Komponenten gemeint.

[0046] Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung zumindest unmittelbar an den Vorlauftemperaturfühler zur Messung der Vorlauftemperatur im Ladekreis, den Rücklauftemperaturfühler zur Messung der Rücklauftemperatur im Ladekreis und/oder den Wärmezähler zur Ermittlung der im Ladekreis abgegebene Wärmemenge angeschlossen. Mit den Messwerten dieser Komponenten ist, je nach geeigneter Kombination der Geräte und Ausgestaltung des Verfahrens, das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren durchführbar. Stellbefehle und Messwerte anderer Komponenten können dann über die Schnittstelle an den Regler gesendet und/oder von diesem empfangen werden.

[0047] Dazu ist der Regler dann vorzugsweise an eine Umwälzpumpe im Ladekreis angeschlossen, um durch An- und Abschalten der Umwälzpumpe die Zirkulation des Wärmeträger im Ladekreis und damit das Wärmeübertragen an- und abzuschalten. Der Regler ist zur entsprechenden Ausgabe von Steuerbefehlen an die Umwälzpumpe eingerichtet, bspw. durch Ein- und Ausschalten einer Stromversorgung oder durch eine Busansteuerung. Ebenso kann der Regler an den Warmwassertemperaturfühler zur Messung der Warmwassertemperatur im Wärmespeicher angeschlossen sein, um die aktuelle Warmwassertemperatur auszulesen. Dies sind Messdaten und Steuerbefehle zur Steuerung der Warmwasserbereitung, wie eingangs bereits beschreiben. Diese werden üblicherweise von einer Regelung zur Basissteuerung einer Warmwasseranlage benötigt und verwendet, wobei die Regelung auch die Wärmequelle bei Bedarf an- und abschaltet. Dazu ist die Regelung auch mit der Wärmequelle verbunden oder in diese integriert.

[0048] In einer alternativen Ausgestaltung kann die Steuereinrichtung an die Umwälzpumpe und den Warmwassertemperaturfühler angeschlossen sein. Dann kann die Steuereinrichtung direkt auf die Messwerte des Warmwassertemperaturfühlers zugreifen und die Umwälzpumpe direkt durch An- und Abschalten ansteuern. Über die Schnittstelle besteht dann eine Verbindung mit dem Regler, um die Wärmequelle bei Bedarf durch den Regler an- und abzuschalten. In dieser Ausgestaltung ist es besonders vorteilhaft, wenn die Steuereinrichtung einen Steuereingang aufweist, der an einen Steuerausgang des Reglers zur Verbindung mit der Umwälzpumpe angeschlossen ist, und einen Messwertausgang aufweist, der an einen Messwerteingang des Reglers zur Verbindung mit dem Warmwassertemperaturfühler eingerichtet ist. Dann kann die Steuereinrichtung nicht nur den Messwert des Warmwassertemperaturfühlers auslesen, sondern auch einen Simulationswert auf dem Messwertausgang an den Regler ausgeben und damit den Regler so beeinflussen, dass das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt wird, insbesondere die Wärmequelle abgeschaltet wird. Hierzu muss der Simulationswert bspw. bei Erreichen der Ausschalttemperatur $T_{WW,aus}$ im Wärmespeicher, gemessen von dem Warmwassertemperaturfühler, einen Simulationswert ausgeben, der der voreingestellten Warmwasser-Solltemperatur $T_{WW,Soll}$ entspricht. Damit schaltet der Regler die Wärmequelle aus, d.h. er beendet die Ladephase. Die Nachlaufphase kann die Steuereinrichtung dann unmittelbar über die direkt angeschlossene Umwälzpumpe steuern, indem diese an- und abgeschaltet wird, unabhängig von dem am Steuerausgang des Reglers ausgegebenen Signal.

[0049] An die Warmwasserbereitungsanlage kann in einer kombinierten Warmwasserbereitungs- und Heizanlage auch mindestens ein Heizkreis angeschlossen sein, über den der Wärmeträger zu Gebäudeheizflächen geführt wird. Dazu ist ein Vorlauf des Heizkreises an den Vorlauf des Ladekreises und ein Rücklauf des Heizkreises an einen Rücklauf des Ladekreises angeschlossen sein, wobei der Vorlauf und der Rücklauf des Heizkreises über ein Mischventil verbunden sind, um die Vorlauftemperatur im Heizkreis T_{HK} einzuregeln. Im Vorlauf des Heizkreises kann dazu ein Heizkreis-Vorlauftemperaturfühler vorgesehen sein.

[0050] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Steuereinrichtung für eine Warmwasserbereitungsanlage mit einer Schnittstelle und einer Recheneinheit gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 15 beschrieben. Die Schnitt-

stelle weist einen ersten Steueranschluss zur Verbindung mit einer Wärmequelle und einen zweiten Steueranschluss zur Verbindung mit einer Umwälzpumpe im Ladekreis einer Warmwasseranlage und/oder einen Kommunikationsanschluss zur Verbindung mit einem Regler zur Basissteuerung der Warmwasserbereitungsanlage sowie einen ersten Fühleranschluss zur Verbindung mit einem Wärmezähler, mit einem Vorlauftemperaturfühler im Ladekreis, mit einem Heizkreis-Vorlauftemperaturfühler und mit einem Rücklauftemperaturfühler im Ladekreis auf. Erfindungsgemäß ist die Recheneinheit der Steuereinrichtung zur Durchführung des Eingangs beschriebenen Verfahrens eingerichtet. Diese Steuereinrichtung kann durch die vorgesehene Schnittstelle einfach an bestehende Warmwasserbereitungsanlagen angeschlossen werden und so die erfindungsgemäß vorgeschlagene, energieeffiziente Warmwasserbereitung auch in bestehenden Anlagen nachrüsten. Ein zweiter Fühleranschluss an einen Warmwassertemperaturfühler kann mittelbar über den Regler oder unmittelbar mit dem Warmwassertemperaturfühler verbunden sein. Ferner kann die erfindungsgemäße Steuereinrichtung, wie bereits im Zusammenhang mit einer anderen Ausführungsform der Erfindung beschrieben, einen Steuereingang aufweisen, der an einen Steuerausgang des Reglers zur Verbindung mit der Umwälzpumpe angeschlossen ist, und einen Messwertausgang aufweisen, der an einen Messwerteingang des Reglers zur Verbindung mit dem Warmwassertemperaturfühler eingerichtet ist.

[0051] Auch die vorbeschriebene (separate) Steuereinrichtung bildet, angeschlossen an eine vorbeschriebene Warmwasserbereitungsanlage, eine Warmwasserbereitungsanlage im Sinne der Erfindung.

[0052] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung. Dabei gehören alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale zusammen oder in beliebiger fachmännisch sinnvoller Kombination zum Gegenstand der Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in beschriebenen bzw. dargestellten Ausführungsbeispielen oder in den Ansprüchen.

[0053] Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine erste Steuereinrichtung, die an eine erfindungsgemäße Warmwasserbereitungsanlage anschließbar ist;

Fig. 2 schematisch eine zweite Steuereinrichtung, die an eine erfindungsgemäße Warmwasserbereitungsanlage anschließbar ist;

Fig. 3 schematisch eine dritte Steuereinrichtung, die eine erfindungsgemäße Warmwasserbereitungsanlage anschließbar ist;

Fig. 4 schematisch eine vierte Steuereinrichtung, die an eine erfindungsgemäße Warmwasserbereitungsanlage anschließbar ist;

Fig. 5 schematisch eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Steuereinrichtung und einer erfindungsgemäßen Warmwasserbereitungsanlage;

Fig. 6 eine Verlaufsgrafik einer Warmwasserbereitung gemäß einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren mit fester Nachlaufphase nach Abschalten der Wärmequelle;

Fig. 7 eine Verlaufsgrafik einer Warmwasserbereitung gemäß einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren mit Darstellung der Rücklauftemperatur im Warmwasserladezweig und fester Nachlaufphase nach Abschalten der Wärmequelle;

Fig. 8 eine Verlaufsgrafik einer Warmwasserbereitung mit einer variablen Nachlaufphase nach Abschalten der Wärmequelle;

Fig. 9 eine Verlaufsgrafik einer Warmwasserbereitung gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform mit einer variablen Nachlaufphase nach Abschalten der Wärmequelle unter Berücksichtigung der Vorlauftemperatur eines vorhandenen Heizkreises;

Fig. 10 eine Verlaufsgrafik einer Warmwasserbereitung mit einem variablen Abschalten der Wärmequelle.

[0054] In den nachfolgend beschriebenen Fig. 1 bis 5 werden verschiedenen Ausführungsformen von Warmwasserbereitungsanlagen 1a, 1b, 1c, 1d, 1e dargestellt, die jeweils Steuereinrichtungen 50a, 50b, 50c, 50d, 50e aufweisen. Die Steuereinrichtungen 50a, 50b, 50c, 50d, 50e weisen jeweils eine (nicht dargestellte) Recheneinheit auf, die zur Durchführung von erfindungsgemäßen Verfahren zur Bereitung von Warmwasser in einem Gebäude eingerichtet sind.

Verschiedene Aspekte der erfindungsgemäßen Verfahren werden anhand von Verlaufsgrafiken gemäß Fig. 8 bis Fig. 10 erläutert. Dabei zeigen Fig. 5 eine erfindungsgemäße Wasserbereitungsanlage 1e mit einem angeschlossenen Heizkreis 20 und Fig. 9 eine entsprechende erfindungsgemäße Verlaufsgrafik mit einer Heizkreis-Vorlauftemperatur THK. Die übrigen Figuren zeigen Teilaspekte der Erfindung gemäß bevorzugter Ausführungsformen.

5 **[0055]** Die Verlaufsgrafiken gemäß Fig. 6 und Fig. 7 zeigen Verfahren zur Warmwasserbereitung nach einem firmeninternen Stand der Technik.

[0056] Gleiche Komponenten der Warmwasserbereitungsanlagen 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, der Steuereinrichtungen 50a, 50b, 50c, 50d, 50e und gleiche Verfahrensabschnitte in den Fig. 5 bis 10 sind der Einfachheit halber mit denselben Bezugszeichen versehen und werden nur einmal ausführlich erläutert. Die zugehörige Beschreibung gilt für alle Ausführungsbeispiele in derselben Weise.

10 **[0057]** Die in Fig. 1 dargestellte Warmwasserbereitungsanlage 1a umfasst eine Wärmequelle 2, einen Wärmespeicher 3 und einen Ladekreis 4 zum Übertragen von Wärme aus der Wärmequelle 2 in den Wärmespeicher 3. Der Ladekreis 4 ist ein geschlossener Kreislauf zwischen der Wärmequelle 2 und dem Wärmespeicher 3, in dem ein Wärmeträger, bspw. Wasser, zirkuliert. Der Wärmeträger wird in der Wärmequelle 2 erwärmt und über einen Vorlauf 5 des Ladekreises 4 von der Wärmequelle 2 dem Wärmespeicher 3 zugeführt sowie in einem Rücklauf 6 des Ladekreises 4 nach Abgabe der Wärme in dem Wärmespeicher 3 zu der Wärmequelle 2 zurückgeführt. Dazu ist in dem Wärmespeicher 3 ein nicht dargestellter Wärmetauscher vorgesehen, über den in dem Wärmespeicher 3 befindliches Wasser erwärmt wird. Über einen Kaltwasserzulauf 7 wird dem Wärmespeicher kaltes Wasser zugeführt und in dem Wärmespeicher 3 auf eine gewünschte Temperatur erwärmt und für längere Zeit gespeichert. Besonders bevorzugt ist der Wärmespeicher 3 gerade kein Durchlauferhitzer, sondern dient der Erwärmung und längeren Speicherung von Warmwasser, das aus dem Wärmespeicher jederzeit gezapft werden kann. Über eine Verteilleitung 8 können Verbraucher das Warmwasser dann bei Bedarf aus dem Wärmespeicher 3 abrufen, bspw. durch Zapfen an einem Wasserhahn. Die Warmwassertemperatur ist durch einen Warmwassertemperaturfühler 9 messbar.

20 **[0058]** Die Zirkulation des Wärmeträgers in dem Ladekreis 4 wird durch eine an- und abschaltbare Umwälzpumpe 10 erreicht.

25 **[0059]** In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Warmwasserbereitungsanlage 1a durch eine zu der Warmwasserbereitungsanlage 1a gehörige Steuereinrichtung 50a gesteuert. Die Steuereinrichtung umfasst dazu einen in Fig. 1 nicht gesondert dargestellten Regler 11a, der in diesem Ausführungsbeispiel mit der Steuereinrichtung 50a zusammenfällt. Zu den Funktionen des Reglers 11a (respektive der Steuereinrichtung 50a in dieser Ausführungsform) zählt die Basisregelung der Warmwasserbereitungsanlage 1a mit dem

30 **[0060]** An- und Abschalten der Wärmequelle 2, dem Regeln der Vorlauftemperatur im Ladekreis 4 und dem An- und Abschalten der Umwälzpumpe 10, und zwar abhängig von der im Wärmespeicher 3 durch den Warmwassertemperaturfühler 9 gemessenen Warmwassertemperatur. Fällt diese in dem Warmwassertemperaturspeicher auf einen zu niedrigen Wert, wird die Warmwasserbereitung im Zuge der Basisregelung aktiviert, bis das Warmwasser in dem Wärmespeicher (wie bereits beschrieben) ausreichend erwärmt ist.

35 **[0061]** Die Steuereinrichtung 50a ist dazu mit einer nicht näher dargestellten Schnittstelle versehen, die einen ersten Steueranschluss zur Verbindung mit der Wärmequelle 2 und einen zweiten Steueranschluss zur Verbindung mit der Umwälzpumpe 10 im Ladekreis 4 sowie einen zweiten Fühleranschluss zum dem Warmwasserfühler 9 aufweist. Alle Anschlüsse in diesem Ausführungsbeispiel sind als gestrichelte Linien dargestellt, die sowohl einen Kabelanschluss als auch drahtlosen Anschluss symbolisieren können.

40 **[0062]** Außerdem ist die (nicht dargestellte) Recheneinheit der Steuereinrichtung 50a zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet, das eingangs bereits ausführlich beschrieben wurde und später anhand von Verlaufsgrafiken noch einmal kurz beschrieben wird. Dazu weist die Schnittstelle der Steuereinrichtung einen ersten Fühleranschluss auf, der mit einem Wärmezähler 12 und einem Vorlauftemperaturfühler 13 verbunden ist, um weitere für das Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens benötigte Messwerte zu erhalten. Andere Ausführungsformen sehen statt der hier beschriebenen Kombination Wärmezähler 12 und Vorlauftemperaturfühler 13 einen Vorlauftemperaturfühler 13 und einen Rücklauftemperaturfühler 14 vor. Diese Kombination sind zwischen den Ausführungsformen beliebig austauschbar.

45 **[0063]** Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform von Warmwasserbereitungsanlage 1b und Steuereinrichtung 50b der zuvor beschriebenen Ausführungsform grundsätzlich ähnlich. Der wesentliche Unterschied liegt darin, dass der Regler 11b zur Basisteuerung direkt der Wärmequelle 2 zugeordnet sowie mit der Umwälzpumpe 10 und dem Warmwassertemperaturfühler 9 direkt verbunden ist. Die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtete Steuereinrichtung 50b ist mit dem Regler über eine Kommunikationsverbindung 15 und über diesen mittelbar mit der Umwälzpumpe 10 und dem Warmwassertemperaturfühler 9 verbunden. Die Steuereinrichtung 50b ist also separat von dem Regler 11b vorgesehen.

55 **[0064]** Die Warmwasserbereitungsanlage 1c in Fig. 3 entspricht der Warmwasserbereitungsanlage 1b aus Fig. 2 mit dem Unterschied, dass anstelle des Wärmezählers 12 in dem Rücklauf 6 des Ladekreises 4 an dem Rücklauf 6 ein Rücklauftemperaturfühler 14 vorgesehen ist, analog zu dem Vorlauftemperaturfühler 13 am Vorlauf 5 des Ladekreises 4.

[0065] Die Ausführungsform der Warmwasserbereitungsanlage 1d in Fig. 4 unterscheidet sich von der Warmwasserbereitungsanlage 1c (Fig. 3) dadurch, dass die Steuereinrichtung 50d nicht dem Regler 11d aufgeschaltet werden kann, d.h. keine Kommunikationsverbindung zwischen der Steuereinrichtung 50d und dem Regler 11d besteht. Stattdessen ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung 50d einen Steuereingang aufweist, der an einen Steuerausgang des Reglers 11d zur Verbindung 16 mit der Umwälzpumpe 10 angeschlossen ist, und einen Messwertausgang aufweist, der an einen Messwerteingang des Reglers zur Verbindung 17 mit dem Warmwassertemperaturfühler 9 eingerichtet ist. Die Steuereinrichtung 50d ist dann direkt an die Umwälzpumpe 10 und den Warmwassertemperaturfühler 9 angeschlossen.

[0066] In diesem Fall werden die Umwälzpumpe 10 und der Warmwassertemperaturfühler von dem Regler 11d getrennt und direkt an die Steuereinrichtung 50d angeschlossen. Der Regler 11d erhält als Simulationswert den Widerstandswert für die Temperaturmessung statt von dem Warmwassertemperaturfühler 9 von der Steuereinrichtung 50d, die dadurch eine vorzeitige Abschaltung der Wärmequelle 2 erreichen kann, durch entsprechende Simulation eines geeigneten Widerstandswerts. Die Umwälzpumpe 10 wird ebenso von der Steuereinrichtung 50d direkt gesteuert, so dass die Nachlaufphase nach Bedarf verlängert oder verkürzt werden kann.

[0067] Die in Fig. 5 gezeigte erfindungsgemäße Warmwasserbereitungsanlage 1e entspricht der Warmwasserbereitungsanlage 1a gemäß Fig. 1 mit dem Unterschied, dass die Warmwasserbereitungsanlage 1e Teil einer Heizungsanlage ist. Dazu ist ein Heizkreis an den Ladekreis 4 angeschlossen, über den der Wärmeträger zu (nicht dargestellten) Gebäudeheizflächen geführt wird. Ein Vorlauf 21 des Heizkreises 20 ist an den Vorlauf 5 des Ladekreises 4 und ein Rücklauf 22 des Heizkreises 20 an einen Rücklauf 6 des Ladekreises 4 angeschlossen, wobei der Vorlauf 21 und der Rücklauf 22 des Heizkreises 20 über ein Mischventil 23 verbunden sind, um die Vorlauftemperatur T_{HK} im Heizkreis 20 einzuregeln. Im Vorlauf 21 des Heizkreises 20 ist dazu ein Heizkreis-Vorlauftemperaturfühler 24 vorgesehen.

[0068] Nachfolgend wird mit Bezug auf die Verlaufsgrafiken zum Temperaturverlauf gemäß den Fig. 5 bis Fig. 10 der Effekt der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert. Ausgangspunkte sind die Temperaturverläufe bei bekannten Verfahren aus einem internen Stand der Technik, der in den Figuren 5 und 6 erläutert ist.

[0069] In der Verlaufsgrafik nach Fig. 5 sind typische Temperaturverläufe T über die Zeit t bei einer herkömmlichen Warmwasserbereitung dargestellt, und zwar die Vorlauftemperatur im Ladekreis 4 und die Warmwassertemperatur T_{WW} im Wärmespeicher 3, wie sie durch den Warmwassertemperaturfühler 9 gemessen wird.

[0070] Die Warmwasserbereitung beginnt im Zeitpunkt $t=0$ mit dem Aufheizen des Wassers in der Erwärmungsphase 100 durch Erhöhen der Vorlauftemperatur nach dem Anschalten der Wärmequelle 2 bis auf eine maximale Vorlauftemperatur von etwa 80 °C im dargestellten Beispiel. Diese Ladephase 101 dauert an, bis die Warmwassertemperatur T_{WW} den Warmwassersollwert $T_{WW,Soll}$ im Zeitpunkt $t=1$ erreicht. Wie zu sehen ist, erwärmt sich der Inhalt des Wärmespeichers 3 nach Ende der Ladephase 101 (Abschalten der Wärmequelle 2) noch weiter. Es schließt sich ein zeitlich vordefinierte Nachlaufphase 102 bis zum Zeitpunkt $t=2$ an, in der die Warmwassertemperatur aufgrund der im Ladekreis 4 und der Wärmequelle 2 gespeicherten Wärme auf eine maximale Temperatur $T_{WW,max}$ steigt, die größer ist als die Warmwasser-Solltemperatur $T_{WW,Soll}$. Im gezeigten Beispiel wird die maximale Temperatur während der Nachlaufphase 102 erreicht; dieser Punkt kann aber auch erst nach Abschluss der Nachlaufphase (nach Beginn der Auskühlphase 103) erreicht werden. Der Energieeintrag wird nicht effizient genutzt.

[0071] Fig. 7 verdeutlicht ein weiteres Problem. Die Nachlaufphase 120 ist in diesem Beispiel zu kurz, um die in Wärmequelle 2 und Ladekreis 4 enthaltene Wärme vollständig an den Wärmespeicherinhalt abzugeben. Es beginnt die Auskühlphase 103, in der ein Teil der im Wärmeträger gespeicherten Wärme (gegenüber der Warmwassertemperatur T_{WW} signifikant erhöhte Vorlauftemperatur und Rücklauftemperatur T_{RL}) ungenutzt abkühlt. Hierfür wird ein unnötiger Energieeintrag verbraucht.

[0072] Wie Fig. 8 für eine Warmwasserbereitungsanlage a1, 1b, 1c, 1d entsprechend den Fig. 1 bis 4 zeigt, besteht die Lehre der Erfindung darin, die Nachlaufphase 102 nicht nach einer festen Zeitdauer zu beenden, sondern die Nachlaufphase 102 dann zu beenden (Zeitpunkt $t=2$), wenn keine nennenswerte Wärmeleistung mehr vom Ladekreis 4 in den Wärmespeicher 3 abgegeben wird. Dieser Zustand ist daran zu erkennen, dass sich die Warmwassertemperatur T_{WW} sowie die Vorlauftemperatur und auch die Rücklauftemperatur T_{RL} im Ladekreis 4 näherungsweise angeglichen haben. Unterschiedliche Kriterien für das Beenden der Nachlaufphase wurden eingangs bereits ausführlich erläutert. Eine ähnliche Situation kann sich ergeben, wenn die Ladephase 101 unter den definierten Bedingungen beendet wird.

[0073] Wenn die abgegebene Wärmeleistung, wie hier zum Zeitpunkt $t=2$ dargestellt, nur noch sehr klein ist, lohnt es sich nicht, den Ladekreis 4 weiter zu betreiben, da dafür elektrische Antriebsenergie für die Umwälzpumpe 10 benötigt wird. Die Nachlaufphase 102 kann sich, je nach den Gegebenheiten in Wärmequelle 2 und Ladekreis 4 und den Betriebsbedingungen, gegenüber der festen Zeit eines herkömmlichen Reglers verkürzen oder verlängern. Zusätzlich kann auch noch eine Maximaldauer definiert werden, um unerwünscht lange Laufzeiten zu vermeiden.

[0074] Im Falle einer kombinierten Warmwasserbereitungsanlage 1e mit Heizungslage, wie sie in Fig. 5 gezeigt ist, kann es energetisch günstig sein, die Nachlaufphase 102 zum Zeitpunkt $t=2$ dann zu beenden, wenn die Vorlauftemperatur in dem Ladekreis 4 der in etwa einer Vorlauftemperatur T_{HK} im Heizkreis entspricht, wie in Fig. 9 dargestellt. So wird erreicht, dass die Erwärmungsphase 100 nahtlos in eine Heizphase 104 übergeht.

[0075] Gemäß einen weiteren Aspekt zur effizienten Nutzung des Energieeintrags schlägt die Erfindung vor, das

EP 3 971 484 B1

Wärmeerzeugen bereits vor Erreichen der Solltemperatur $T_{WW,Soll}$ für den Warmwassertemperatur T_{WW} im Wärmespeicher 3 zu stoppen. Dies entspricht einer Verkürzung der Ladephase 101, so dass $T_{WW,Soll}$ erst während der Nachlaufphase 102 erreicht wird und $T_{WW,Soll} = T_{WW,max}$ gilt. Der entsprechende Temperaturverlauf ergibt sich aus Fig. 10.

5 Bezugszeichenliste:

[0076]

10	1a, 1b, 1c, 1d, 1e	Warmwasserbereitungsanlage
	2	Wärmequelle
	3	Wärmespeicher
	4	Ladekreis
	5	Vorlauf des Ladekreises
	6	Rücklauf des Ladekreises
15	7	Kaltwasserzulauf
	8	Verteilleitung
	9	Warmwassertemperaturfühler
	10	Umwälzpumpe, auch Speicherladepumpe genannt
	11a, 11b, 11c, 11d, 11e	Regler zur Basissteuerung der Warmwasserbereitungsanlage
20	12	Wärmezähler
	13	Vorlauftemperaturfühler
	14	Rücklauftemperaturfühler
	15	Kommunikationsverbindung
	16	Steueranschluss zur Verbindung mit der Umwälzpumpe
25	17	Messwerteingang zur Verbindung mit dem Warmwassertemperaturfühler
	20	Heizkreis
	21	Vorlauf des Heizkreises
	22	Rücklauf des Heizkreises
30	23	Mischventil
	24	Heizkreis-Vorlauftemperaturfühler
	50a, 50b, 50c, 50d, 50e	Steuereinrichtung
35	100	Erwärmungsphase
	101	Ladephase
	102	Nachlaufphase
40	103	Abkühlphase
	104	Heizphase

45

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bereitung von Warmwasser in einem Gebäude mittels einer Warmwasserbereitungsanlage (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) mit einer Wärmequelle (2), einem Wärmespeicher (3), einem Ladekreis (4) zum Übertragen von Wärme aus der Wärmequelle (2) in den Wärmespeicher (3) und einem an die Wärmequelle (2) angeschlossenen Heizkreis (20) zur Gebäudeheizung, wobei bei dem Verfahren das Aufheizen des Warmwassers in einer Erwärmungsphase (100) erfolgt, in der Wärme aus der Wärmequelle (2) in den Wärmespeicher (3) übertragen wird und in der die Wärmequelle (2) zumindest zeitweise Wärme erzeugt, wobei das Wärmeübertragen von in der Wärmequelle (2) vorhandener Wärme in einer Ladephase (101) während der Wärmeerzeugung durch die Wärmequelle (2) oder in einer Nachlaufphase (102) nach einem Ausschalten der Wärmeerzeugung der Wärmequelle (2) solange erfolgt, bis die in der Wärmequelle (2) erzeugte Wärme in den Wärmespeicher (3) übertragen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest während der Ladephase (101) und/oder der Nachlaufphase (102) die Temperaturverläufe einer Vorlauftemperatur (T_{VL}) im Ladekreis (4) und einer Vorlauftemperatur (T_{HK}) im Heizkreis (20) erfasst werden und

das Wärmeübertragen ausgeschaltet wird, wenn die Differenz von Vorlauftemperatur (T_{VL}) im Ladekreis (4) und Vorlauftemperatur (T_{HK}) im Heizkreis (20) kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert sind.

- 5 **2.** Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ladephase (101) oder Nachlaufphase (102) beendet wird, wenn eine im Ladekreis (4) abgegebene aktuelle Wärmeleistung (\dot{Q}_{aktuell}) kleiner einer gewichteten durchschnittlichen Wärmeleistung (\dot{Q}_{MW}) während vorausgegangener Ladephasen (101) oder Nachlaufphasen (102) ist.
- 10 **3.** Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest während der Ladephase (101) und/oder der Nachlaufphase (102) die Temperaturverläufe einer Vorlauftemperatur (T_{VL}) im Ladekreis (4) und einer Rücklauftemperatur (T_{RL}) im Ladekreis (4) und/oder einer Warmwassertemperatur (T_{WW}) im Wärmespeicher (3) erfasst werden und das Wärmeübertragen ausgeschaltet wird, wenn die Differenz von Vorlauftemperatur (T_{VL}) und Rücklauftemperatur (T_{RL}) und/oder von Vorlauftemperatur (T_{VL}) und Warmwassertemperatur (T_{WW}) kleiner als ein jeweils vorgegebener Schwellenwert sind.
- 15 **4.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmeerzeugen durch die Wärmequelle (2) in einer Ladephase (101) abgeschaltet wird, bevor eine voreingestellte Warmwasser-Solltemperatur ($T_{WW,Soll}$) in dem Wärmespeicher (3) erreicht ist.
- 20 **5.** Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmeerzeugen dann abgeschaltet wird, wenn die während der Ladephase (101) in der Wärmequelle (2) und dem Ladekreis (4) gespeicherte Wärme ausreicht, um die Warmwasser-Solltemperatur ($T_{WW,Soll}$) zu erreichen.
- 25 **6.** Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ausschalttemperatur ($T_{WW,aus}$) für das Abschalten des Wärmeerzeugens in der Ladephase (101) bei Erreichen der Ausschalttemperatur ($T_{WW,aus}$) durch eine gemessene Warmwassertemperatur (T_{WW}) aus dem Temperaturverlauf der gemessenen Warmwassertemperatur (T_{WW}) in dem Wärmespeicher (3) einer oder mehrerer vorhergehender Warmwasserbereitungen ermittelt wird.
- 30 **7.** Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmeerzeugen durch die Wärmequelle (2) in der Ladephase (101) abgeschaltet wird, sobald die der gemessenen Warmwassertemperatur (T_{WW}) in dem Wärmespeicher (3) die Ausschalttemperatur (T_{WW}) erreicht.
- 35 **8.** Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Ermitteln der Ausschalttemperatur ($T_{WW,aus}$) die tatsächliche Vorlauftemperatur (T_{VL}) der Wärmequelle (2) berücksichtigt wird.
- 40 **9.** Warmwasserbereitungsanlage mit einer Wärmequelle (2), einem Wärmespeicher (3), einem Ladekreis (4) zum Übertragen von Wärme aus der Wärmequelle (2) in den Wärmespeicher (3), einem an die Wärmequelle (2) angeschlossenen Heizkreis (20) zur Gebäudeheizung, einer Steuereinrichtung (50a, 50b, 50c, 50d, 50e), einem Vorlauf-
 40 **temperaturfühler (13) zur Messung der Vorlauftemperatur (T_{VL}) im Ladekreis (4) und einem in einem Vorlauf (21) des Heizkreises (20) vorgesehenen Heizkreis-Vorlauf-
 40 **temperaturfühler (24), dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 eingerichtet ist.**
- 45 **10.** Warmwasserbereitungsanlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Warmwasserbereitungsanlage (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) einen Regler (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) zur Basissteuerung aufweist und die Steuereinrichtung (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) eine Schnittstelle umfasst, die mit dem Regler (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) zur Basissteuerung
 45 **verbindbar ist.**
- 50 **11.** Warmwasserbereitungsanlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) an den Vorlauf-
 50 **temperaturfühler (13) zur Messung der Vorlauftemperatur (T_{VL}) im Ladekreis (4), einen Rücklauf-
 50 **temperaturfühler (14) zur Messung der Rücklauftemperatur (T_{RL}) im Ladekreis (4) und/oder einen
 50 **Wärmezähler (12) zur Ermittlung der im Ladekreis (4) abgegebene Wärmemenge angeschlossen ist.******
- 55 **12.** Warmwasserbereitungsanlage nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) an eine Umwälzpumpe (10) im Ladekreis (4) und an einen Warmwassertemperaturfühler (9) zur Messung der
 55 **Warmwassertemperatur (T_{WW}) im Wärmespeicher (3) angeschlossen ist.**

13. Warmwasserbereitungsanlage nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) an die Umwälzpumpe (10) und den Warmwassertemperaturfühler (9) angeschlossen ist.
- 5 14. Warmwasserbereitungsanlage nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) einen Steuereingang aufweist, der an einen Steuerausgang des Reglers (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) zur Verbindung mit der Umwälzpumpe (10) angeschlossen ist, und einen Messwertausgang aufweist, der an einen Messwerteingang des Reglers (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) zur Verbindung mit dem Warmwassertemperaturfühler (9) eingerichtet ist.
- 10 15. Steuereinrichtung für eine Warmwasserbereitungsanlage (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) mit einer Schnittstelle und einer Recheneinheit, wobei die Schnittstelle einen ersten Steueranschluss zur Verbindung mit einer Wärmequelle (2) und einen zweiten Steueranschluss zur Verbindung mit einer Umwälzpumpe (10) im Ladekreis (4) einer Warmwasserbereitungsanlage (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) und/oder einen Kommunikationsanschluss zur Verbindung mit einem Regler (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) zur Basissteuerung der Warmwasserbereitungsanlage (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) sowie einen ersten Fühleranschluss zur Verbindung mit einem Wärmezähler (12), mit einem Vorlauftemperaturfühler (13) im Ladekreis (4), mit einem in einem Vorlauf (21) eines an die Wärmequelle (2) des Heizkreises (20) vorgesehenen Heizkreis-Vorlauftemperaturfühler (24) und mit einem Rücklauftemperaturfühler (14) im Ladekreis (4) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Recheneinheit der Steuereinrichtung (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 eingerichtet ist.
- 15
- 20

Claims

- 25 1. A method for preparing hot water in a building by means of a hot water preparation system (1a, 1b, 1, 1d, 1e) with a heat source (2), a hot water tank (3), a charging circuit (4) for transferring heat from the heat source (2) into the hot water tank (3) and a heating circuit (20) hooked up to the heat source (2) for building heating, wherein the method involves heating up the hot water in a heating phase (100), in which heat is transferred from the heat source (2) into the hot water tank (3) and in which the heat source (2) at least temporarily generates heat, wherein the transfer of heat present in the heat source (2) takes place in a charging phase (101) during the generation of heat by the heat source (2) or in a follow-up phase (102) after deactivating the heat generation of the heat source (2) until such time that the heat generated in the heat source (2) has been transferred into the hot water tank (3), **characterized in that**, at least during the charging phase (101) and/or the follow-up phase (102), the temperature progressions of a flow temperature (T_{VL}) in the charging circuit (4) and a flow temperature (T_{HK}) in the heating circuit (20) are acquired, and the heat transfer is deactivated if the difference between the flow temperature (T_{VL}) in the charging circuit (4) and flow temperature (T_{HK}) in the heating circuit (20) is less than a preset threshold value.
- 30
- 35 2. The method according to claim 1, **characterized in that** the charging phase (101) or follow-up phase (102) is ended once the current heat output ($Q_{current}$) emitted in the charging circuit (4) is less than a weighted average heat output (Q_{MW}) during preceding charging phases (101) or follow-up phases (102).
- 40 3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that**, at least during the charging phase (101) and/or the follow-up phase (102), the temperature progressions of a flow temperature (T_{VL}) in the charging circuit (4) and a return flow temperature (T_{RL}) in the charging circuit (4) and/or a hot water temperature (T_{WW}) in the hot water tank (3) are acquired, and the heat transfer is deactivated if the difference between the flow temperature (T_{VL}) and return flow temperature (T_{RL}) and/or between the flow temperature (T_{VL}) and hot water temperature (T_{WW}) is less than a respective preset threshold value.
- 45 4. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** heat generation by the heat source (2) in a charging phase (101) is deactivated before a preset desired hot water temperature ($T_{WW, desired}$) in the hot water tank (3) has been reached.
- 50 5. The method according to claim 4, **characterized in that** heat generation is deactivated once the heat stored in the heat source (2) and the charging circuit (4) during the charging phase (101) is sufficient to reach the desired hot water temperature ($T_{WW, desired}$).
- 55 6. The method according to one of claims 4 or 5, **characterized in that** a switch-off temperature ($T_{WW, off}$) for deactivating heat generation in the charging phase (101) is determined when the switch-off temperature ($T_{WW, off}$) is reached by a measured hot water temperature (T_{WW}) from the temperature progression of the measured hot water

temperature (T_{WW}) in the hot water tank (3) of one or several preceding hot water preparations.

- 5 7. The method according to claim 6, **characterized in that** heat generation by the heat source (2) in the charging phase (101) is deactivated as soon as the measured hot water temperature (T_{WW}) in the hot water tank (3) reaches the switch-off temperature (T_{WW}).
8. The method according to claim 6 or 7, **characterized in that** the actual flow temperature (T_{VL}) of the heat source (2) is considered when determining the switch-off temperature ($T_{WW, off}$).
- 10 9. A water heating system with a heating source (2), a hot water tank (3), a charging circuit (4) for transferring heat from the heat source (2) into the hot water tank (3), a heating circuit (20) hooked up to the heat source (2) for building heating, a control device (50a, 50b, 50c, 50d, 50e), a flow temperature sensor (13) for measuring the flow temperature (T_{VL}) in the charging circuit (4) and a heating circuit flow temperature sensor (24) provided in a flow (21) of the heating circuit (20), **characterized in that** the control device (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) is set up to implement the method according to one of claims 1 to 8.
- 15
10. The water heating system according to claim 9, **characterized in that** the hot water preparation system (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) has a regulator (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) for basic control, and the control device (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) comprises an interface that can be connected with the regulator (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) for basic control.
- 20
11. The water heating system according to claim 10, **characterized in that** the control device (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) is hooked up to the flow temperature sensor (13) for measuring the flow temperature (T_{VL}) in the charging circuit (4), a return flow temperature sensor (14) for measuring the return flow temperature (T_{RL}) in the charging circuit (4) and/or a heat counter (12) for determining the heat quantity emitted in the charging circuit (4).
- 25
12. The water heating system according to claim 11, **characterized in that** the regulator (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) is hooked up to a circulation pump (10) in the charging circuit (4) and to a hot water temperature sensor (9) for measuring the hot water temperature (T_{WW}) in the hot water tank (3).
- 30
13. The water heating system according to claim 11, **characterized in that** the control device (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) is hooked up to the circulation pump (10) and the hot water temperature sensor (9).
- 35
14. The water heating system according to claim 13, **characterized in that** the control device (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) has a control input, which is hooked up to a control output of the regulator (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) for connection with the circulation pump (10), and a measured value output that is set up at a measured value input of the regulator (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) for connection with the hot water temperature sensor (9).
- 40
15. A control device for a hot water preparation system (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) with an interface and a computing unit, wherein the interface has a first control port for connection with a heat source (2) and a second control port for connection with a circulation pump (10) in the charging circuit (4) of a hot water preparation system (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) and/or a communication port for connection with a regulator (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) for basic control of the hot water preparation system (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) as well as a first sensor port for connection with a heat counter (12), with a flow temperature sensor (13) in the charging circuit (4), with a heating circuit flow temperature sensor (24) provided in a flow (21) of a [unclear German] on the heat source (2) of the heating circuit (20) and with a return flow temperature sensor (14) in the charging circuit (4), **characterized in that** the computing unit of the control device (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) is set up to implement the method according to one of claims 1 to 8.
- 45

Revendications

- 50
1. Procédé de production d'eau chaude dans un bâtiment au moyen d'une installation de production d'eau chaude (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) avec une source de chaleur (2), un accumulateur de chaleur (3), un circuit de charge (4) pour transmettre de la chaleur à partir de la source de chaleur (2) dans l'accumulateur de chaleur (3) et un circuit de chauffage (20) raccordé à la source de chaleur (2) pour le chauffage du bâtiment, sachant que concernant le procédé,
- 55 le chauffage de l'eau chaude a lieu dans une phase de réchauffage (100), dans laquelle de la chaleur est transmise de la source de chaleur (2) dans l'accumulateur de chaleur (3) et dans laquelle la source de chaleur (2) produit au moins par moments de la chaleur, sachant que la transmission de chaleur de la chaleur présente dans la source de chaleur (2) a lieu dans une phase de charge (101) pendant la production de chaleur par la source de chaleur

- (2) ou dans une phase de relance (102) après une coupure de la production de chaleur de la source de chaleur (2) jusqu'à ce que la chaleur produite dans la source de chaleur (2) soit transmise dans l'accumulateur de chaleur (3), **caractérisé en ce qu'**au moins pendant la phase de charge (101) et/ou la phase de relance (102), les profils de température d'une température d'arrivée (T_{VL}) dans le circuit de charge (4) et une température d'arrivée (T_{HK}) dans le circuit de chauffage (20) sont saisis et la transmission de chaleur est arrêtée, si la différence entre la température d'arrivée (T_{VL}) dans le circuit de charge (4) et la température d'arrivée (T_{HK}) dans le circuit de chauffage (20) sont plus faibles qu'une valeur de seuil prédéfinie.
- 5
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la phase de charge (101) ou la phase de relance (102) est terminée, si une puissance calorifique actuelle dégagée ($Q_{actuelle}$) dans le circuit de charge (4) est plus faible qu'une puissance calorifique (Q_{MW}) moyenne pondérée pendant les phases de charge (101) ou phases de relance (102) précédentes.
- 10
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**au moins pendant la phase de charge (101) et/ou la phase de relance (102), les profils de température d'une température d'arrivée (T_{VL}) dans le circuit de charge (4) et d'une température de retour (T_{RL}) dans le circuit de charge (4) et/ou d'une température d'eau chaude (T_{WW}) dans l'accumulateur de chaleur (3) sont saisis et la transmission de chaleur est coupée, si les différences entre la température d'arrivée (T_{VL}) et la température de retour (T_{RL}) et/ou la température d'arrivée (T_{VL}) et la température d'eau chaude (T_{WW}) sont plus faibles qu'une valeur de seuil respectivement prédéfinie.
- 15
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la production de chaleur par la source de chaleur (2) est coupée dans une phase de charge (101) avant qu'une température théorique d'eau chaude ($T_{WW,theo}$) préétablie soit atteinte dans l'accumulateur de chaleur (3).
- 20
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la production de chaleur est ensuite coupée, lorsque la chaleur accumulée pendant la phase de charge (101) dans la source de chaleur (2) et le circuit de charge (4) est suffisante pour atteindre la température théorique d'eau chaude ($T_{WW,theo}$).
- 25
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce qu'**une température de coupure ($T_{WW,arrêt}$) est déterminée pour la coupure de la production de chaleur dans la phase de charge (101) en atteignant la température de coupure ($T_{WW,arrêt}$) par une température d'eau chaude (T_{WW}) mesurée à partir du profil de température de la température d'eau chaude (T_{WW}) mesurée dans l'accumulateur de chaleur (3) d'une ou plusieurs productions d'eau chaude précédentes.
- 30
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la production de chaleur par la source de chaleur (2) est coupée dans la phase de charge (101), dès que la température d'eau chaude (T_{WW}) mesurée dans l'accumulateur de chaleur (3) atteint la température de coupure (T_{WW}).
- 35
8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la température d'arrivée effective (T_{VL}) de la source de chaleur (2) est prise en compte pour la détermination de la température de coupure ($T_{WW,arrêt}$).
- 40
9. Installation de production d'eau chaude avec une source de chaleur (2), un accumulateur de chaleur (3), un circuit de charge (4) pour transmettre de la chaleur depuis la source de chaleur (2) dans l'accumulateur de chaleur (3), un circuit de chauffage (20) raccordé à la source de chaleur (2) pour le chauffage du bâtiment, un dispositif de commande (50a, 50b, 50c, 50d, 50e), un capteur de température d'arrivée (13) pour la mesure de la température d'arrivée (T_{VL}) dans le circuit de charge (4) et un capteur de température d'arrivée de circuit de chauffage (24) prévu dans une arrivée (21) du circuit de chauffage (20), **caractérisée en ce que** le dispositif de commande (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) est agencé pour exécuter le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.
- 45
10. Installation de production d'eau chaude selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'installation de production d'eau chaude (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) comporte un régulateur (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) pour la commande de base et le dispositif de commande (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) comprend une interface qui peut être reliée au régulateur (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) pour la commande de base.
- 50
11. Installation de production d'eau chaude selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** le dispositif de commande (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) est raccordé au capteur de température d'arrivée (13) pour la mesure de la température d'arrivée (T_{VL}) dans le circuit de charge (4), à un capteur de température de retour (14) pour la mesure de la température de retour (T_{RL}) dans le circuit de charge (4) et/ou à un compteur de chaleur (12) pour déterminer la
- 55

quantité de chaleur évacuée dans le circuit de charge (4).

- 5
12. Installation de production d'eau chaude selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le régulateur (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) est raccordé à une pompe de recirculation (10) dans le circuit de charge (4) et à un capteur de température d'eau chaude (9) pour la mesure de la température d'eau chaude (T_{WW}) dans l'accumulateur de chaleur (3).
- 10
13. Installation de production d'eau chaude selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le dispositif de commande (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) est raccordé à la pompe de recirculation (10) et au capteur de température d'eau chaude (9).
- 15
14. Installation de production d'eau chaude selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** le dispositif de commande (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) comporte une entrée de commande, qui est raccordée à une sortie de commande du régulateur (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) pour la liaison avec la pompe de recirculation (10) et comporte une sortie de valeurs de mesure, qui est agencée à une entrée de valeurs de mesure du régulateur (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) pour la liaison avec le capteur de température d'eau chaude (9).
- 20
15. Dispositif de commande pour une installation de production d'eau chaude (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) avec une interface et une unité de calcul, sachant que l'interface comporte une première connexion de commande pour la liaison à une source de chaleur (2) et une deuxième connexion de commande pour la liaison à une pompe de recirculation (10) dans le circuit de charge (4) d'une installation de production d'eau chaude (1a, 1b, 1c, 1d, 1e) et/ou une connexion de communication pour la liaison avec un régulateur (11a, 11b, 11c, 11d, 11e) pour la commande de base de l'installation de production d'eau chaude (1a, 1b, 1c, 1d, 1e), ainsi qu'une première connexion de sonde pour la liaison avec un compteur thermique (12), avec un capteur de température d'arrivée (13) dans le circuit de charge (4), avec un capteur de température d'arrivée de circuit de chauffage (24) prévu dans une arrivée (21) sur la source de chaleur (2) du circuit de chauffage (20) et avec un capteur de température de retour (14) dans le circuit de charge (4), **caractérisé en ce que** l'unité de calcul du dispositif de commande (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) est agencée pour exécuter le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

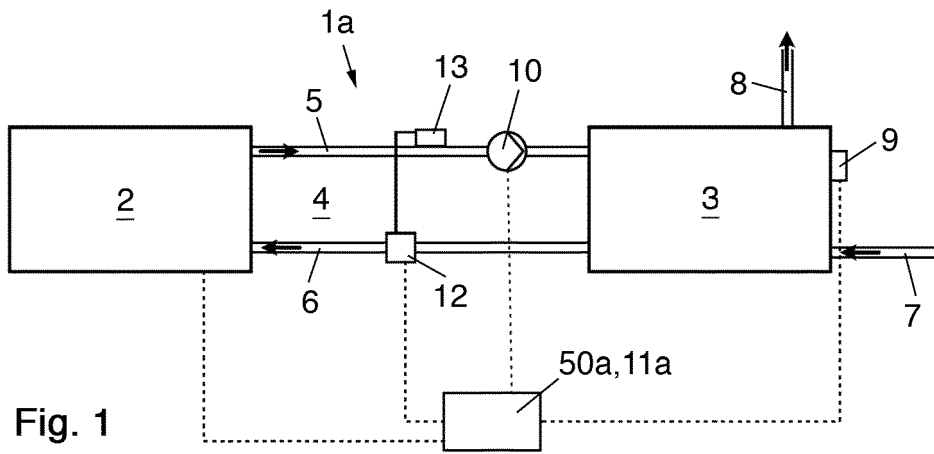


Fig. 1

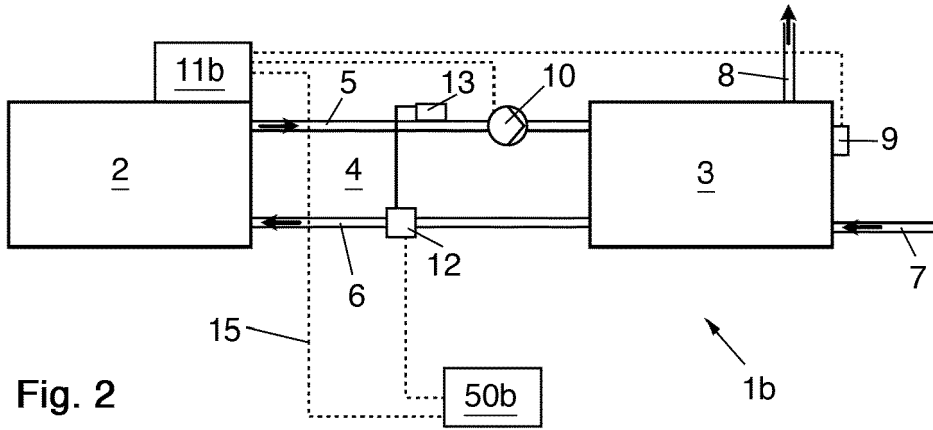


Fig. 2

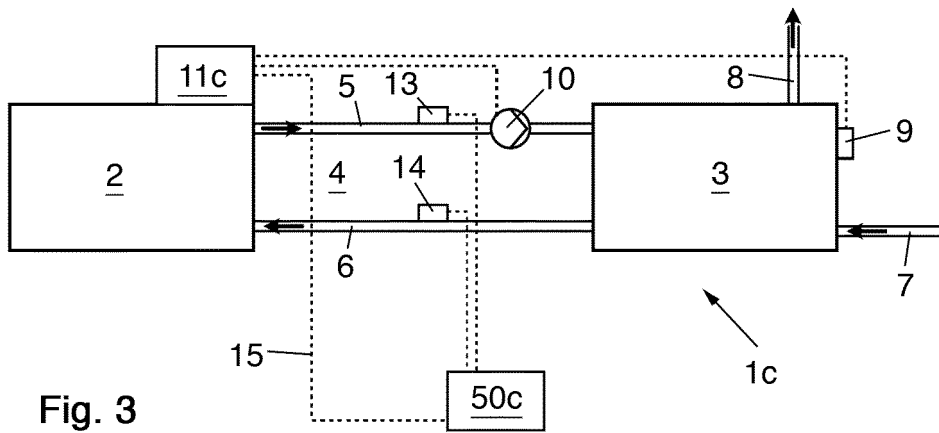


Fig. 3

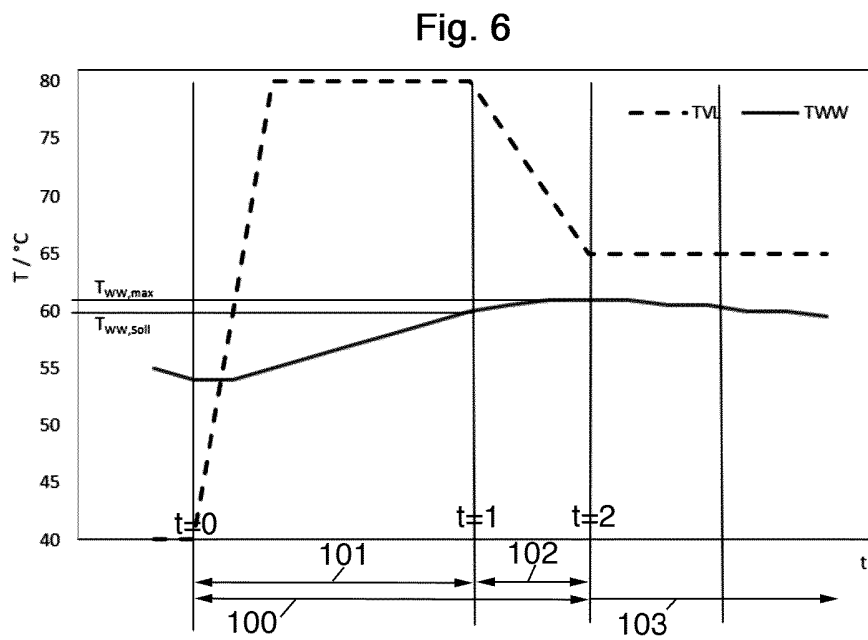
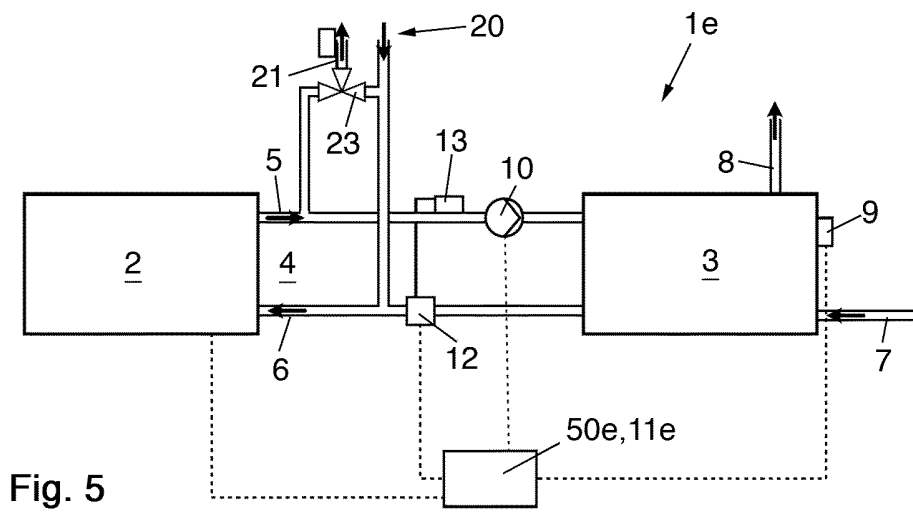
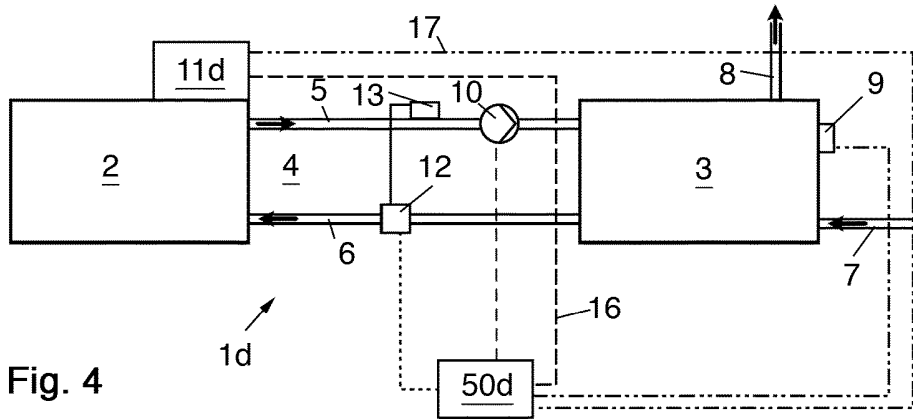


Fig. 7

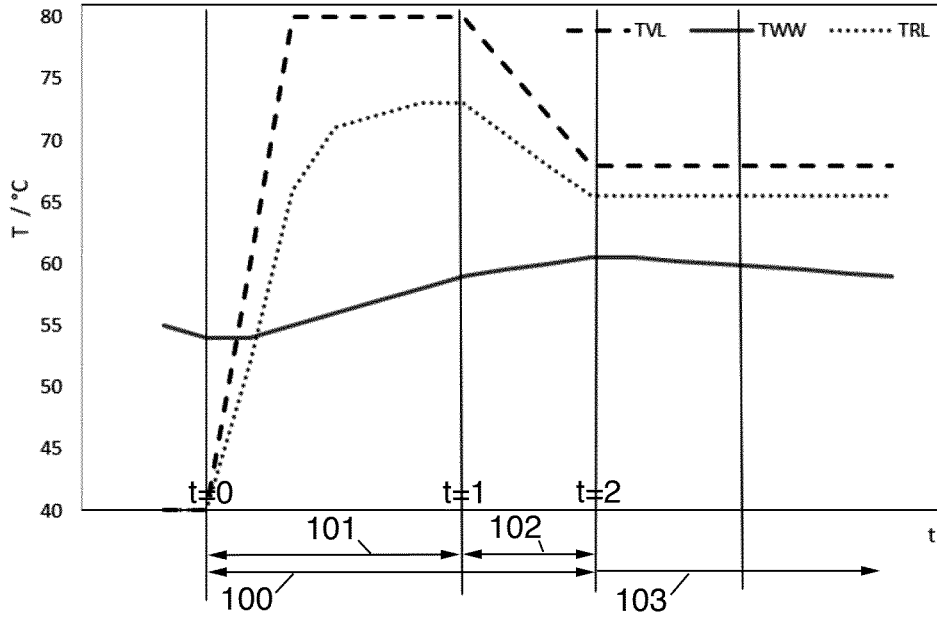


Fig. 8

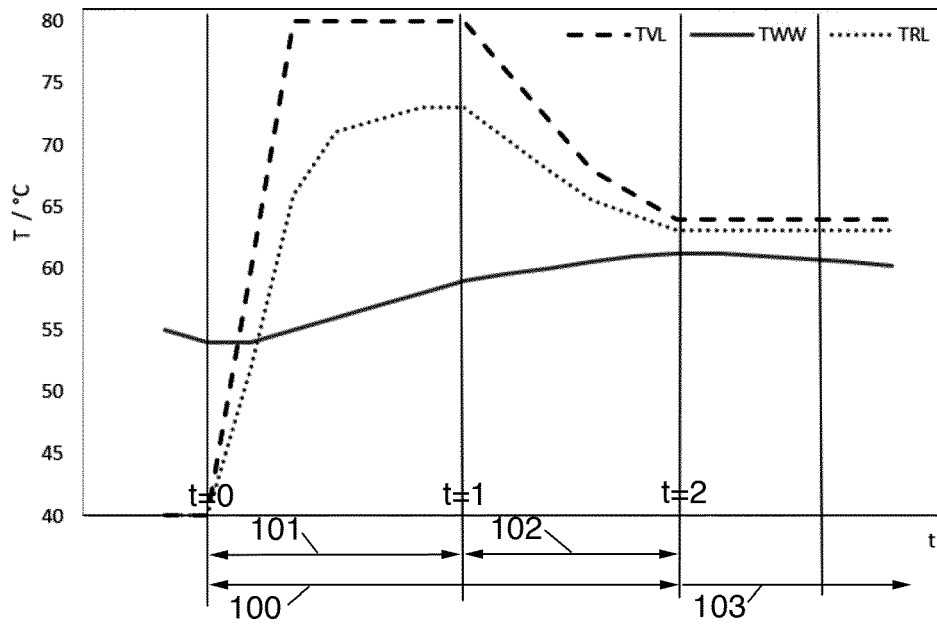


Fig. 9

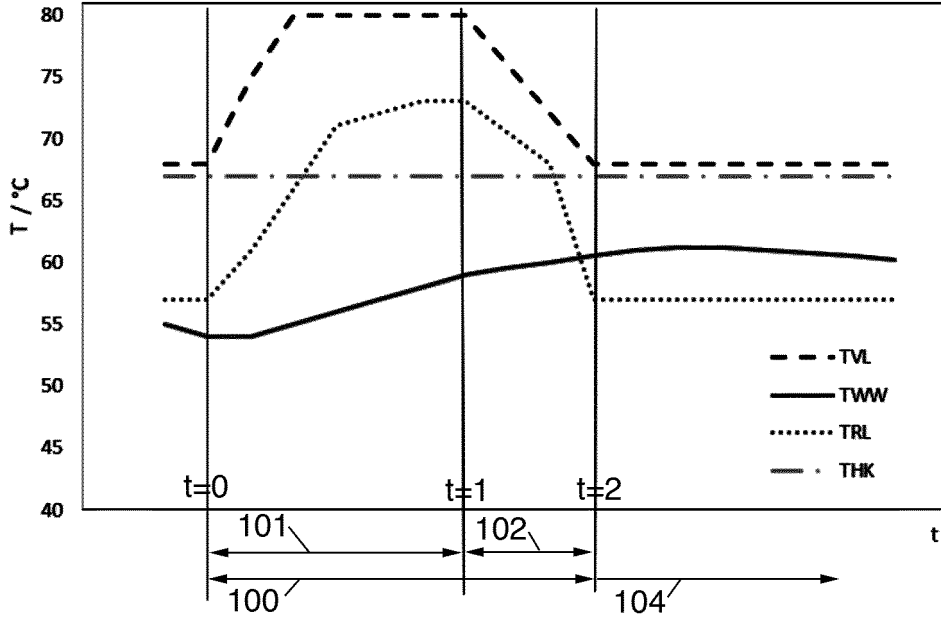
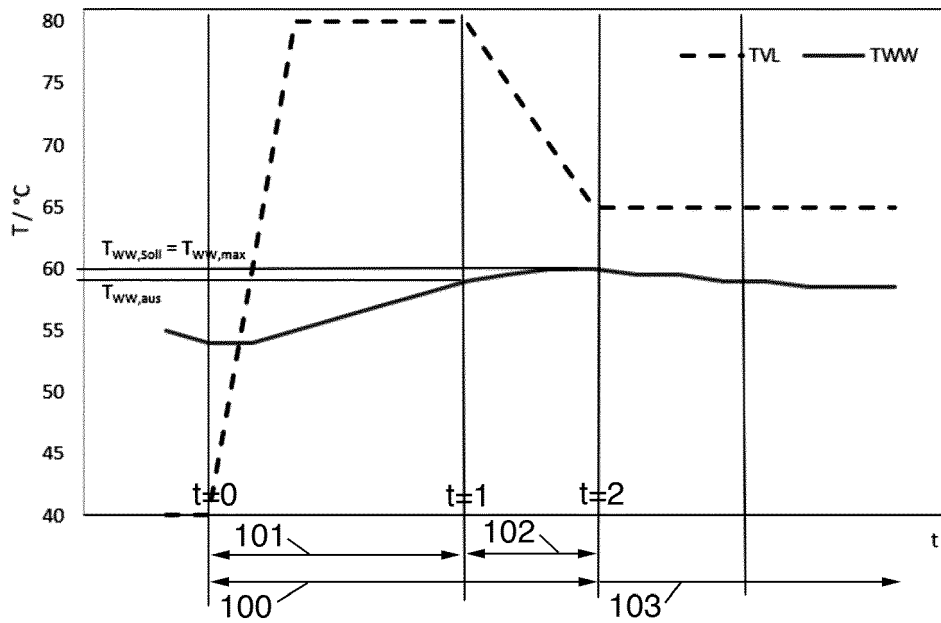


Fig. 10



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4444987 C1 [0012]