



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 019 351 B3** 2008.08.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 019 351.5**

(22) Anmeldetag: **23.04.2007**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.08.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F24H 9/20** (2006.01)
F24D 19/10 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Fachhochschule Kiel, 24149 Kiel, DE; Scheer
Heizsysteme & Produktionstechnik GmbH, 25797
Wörden, DE**

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 24105 Kiel

(72) Erfinder:

**Kinias, Constatin, Prof. Dr.-Ing., 24226 Heikendorf,
DE; Stange, Gerd, Prof. Dr., 24589 Nortorf, DE;
Lüking, Klaus, 25813 Husum, DE**

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

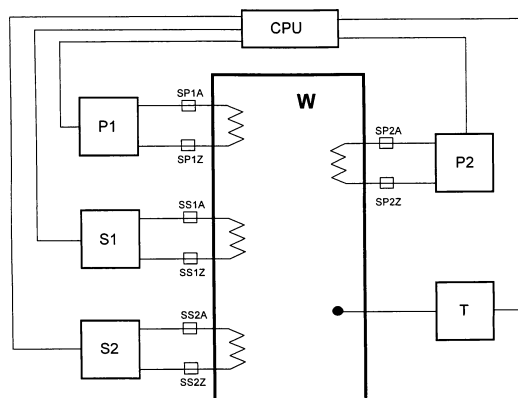
DE10 2005 008646 B3

DE 100 49 038 B4

DE 295 18 427 U1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur hierarchischen Energieversorgung eines Warmwasserspeichers**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Steuerung des Energieeintrags aus einer Mehrzahl von Wärmequellen unterschiedlicher Energiearten in einem Warmwasserspeicher gekennzeichnet durch die Schritte: (a) Festlegen wenigstens einer Wärmequelle als Vorrangwärmequelle, (b) Festlegen der anderen Wärmequellen als Nachrangwärmequellen, (c) Festlegen eines Regelsatzes zur Bestimmung einer Rangfolge für die Veränderung der Energiezufuhr aus den Nachrangwärmequellen, wobei der Regelsatz von der Temperatur des Warmwasserspeichers und von den Energiezuflüssen aller Wärmequellen in den Warmwasserspeicher abhängt, (d) Messen der Temperatur im Warmwasserspeicher, (e) Messen des Energieeintrags jeder Wärmequelle in den Warmwasserspeicher, (f) Berechnen eines Bewertungsmaßes für die gemessene Verteilung von Energiezuflüssen, (g) Rechnerisches Optimieren des Bewertungsmaßes hinsichtlich eines vorgegebenen Optimalitätskriteriums durch rechnerisches Variieren des Energieeintrags wenigstens einer Nachrangwärmequelle nach der durch den Regelsatz vorgegebenen Rangfolge, (h) Ansteuern der wenigstens einen Nachrangwärmequelle gemäß der berechneten Variation zum Einstellen einer optimalen Zusammensetzung der Energieeinträge und (i) Wiederholen der Schritte d bis i.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle der Einspeisung von Wärmeenergie in einen herkömmlichen Wasserspeicher, wobei auf der Versorgerseite mehrere alternative (konventionelle und/oder regenerative) Wärmeenergiequellen zur Verfügung stehen.

[0002] Der Energiebedarf zur Versorgung der Haushalte mit Warmwasser und Heiz- und Kühlenergie macht einen großen Teil des gesamten Primärenergieaufkommens der hoch entwickelten Volkswirtschaften der westlichen Welt aus. Bisher werden hierfür vorwiegend fossile Energieträger eingesetzt, die in erheblichem Umfang für die klimaschädlichen CO₂-Emissionen verantwortlich sind. Es ist daher vordringliches Ziel einer nachhaltigen, umweltschonenden und klimaverträglichen Energiepolitik, gerade in diesem Verbrauchssektor regenerative Energieträger an die Stelle fossiler Energieträger zu setzen.

[0003] Inzwischen steht ein breites Spektrum regenerativer Energietechnologien zur Verfügung, das längst das Entwicklungsstadium verlassen hat. Die als erprobte Komponenten und Anlagen am Markt verfügbaren Produkte zeichnen sich durch Modularität und Zuverlässigkeit aus und lassen sich in komplexe Systeme der Gebäudetechnik integrieren, indem sie mit konventionellen Produkten kombiniert werden.

[0004] Beispiele für regenerative Energietechnologien für die Gebäudeversorgung mit Warmwasser und Heiz- bzw. Kühlenergie sind luft- und bodengekoppelte Wärmepumpen, Solarkollektoren und Pellet-Heizungen. Auch mit biogenen Brennstoffen betriebene Systeme zur Kraft-Wärme-Kopplung und Systeme zur Nutzung von Abwärme gehören dazu. Diese Aufzählung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

[0005] Mit der Bereitstellung eines „Energie-Mix“ auf der Versorgerseite stellt sich sofort die Frage nach der „richtigen“ Zusammensetzung. Dies ist weder allein politisch noch durch Kostenkalkulation zu beantworten, sondern insbesondere auch technologische Aspekte spielen eine Rolle. Die Zusammensetzung muss sich z. B. nach der zeitabhängigen Entnahme oder nach der aktuellen Verfügbarkeit bestimmter Energieformen richten. Bei der Mehrzahl der heute eingesetzten Versorgungssysteme für Warmwasser und Raumheizung bzw. -kühlung handelt es sich – selbst, wenn regenerative Energieträger einbezogen werden – um spezialisierte Systeme.

[0006] So wird z. B. in der DE 100 49 038 B4 eine Vorrichtung zur Ermittlung der Verteilung der Energiekosten vorgeschlagen, die auf den Fall der Kombi-

nation einer Solarenergieerzeugung mit einer konventionellen Energieerzeugung spezialisiert ist. Dabei wird Solarwärme mit einem Kollektor gesammelt und über einen Wärmetauscher an einen Wasserkreislauf abgegeben, der seinerseits den Zulauf des Wasserspeichers bildet, welcher zusätzlich über eine konventionelle, insbesondere fossile, Heizung auf eine gewählte Endtemperatur gebracht werden kann. Konkret schlägt die DE 100 49 038 B4 also vor, das dem Speicher zugeführte Wasser mit Sonnenenergie vorzuwärmen und die so zugeführte Wärmemenge durch im Zulauf befindliche Sensoren (Massenfluss und Temperatur) zu ermitteln, um die Gesamtenergiekosten nach Anteilen der konventionellen und der solaren Energieeinträge unterscheiden zu können.

[0007] Der Ansatz der DE 100 49 38 B4 ist gewiss richtig vor dem Hintergrund, dass zu den Hauptgründen für ungünstiges Ressourcenmanagement im privaten Energiesektor die menschliche Bedenkenlosigkeit zählt. Dem Endnutzer wird so zumindest ein Mittel zur Messung der Umweltfreundlichkeit seines Verbraucherverhaltens in die Hand gegeben. Allerdings greift das Konzept der DE 100 49 38 B4 zu kurz:

- Der Durchlauf der solaren Vorwärmstufe ist per Konstruktion fest vorgeschrieben, was keineswegs automatisch günstig sein muss, da dies in jedem Fall einen erhöhten Energieverbrauch durch Pumpleistung bedeutet.

- Die faktische Reihenschaltung der WärmeverSORGER bringt mit sich, dass der Wärmeaustausch aus der konventionellen Versorgung mit dem vorgewärmten Speicherwasser ineffizienter wird. Dies ist aber besonders zu bedenken, sobald noch andere Alternativen zur weiteren Erwärmung des Speichers zur Verfügung stehen.

- Es wird eine Ermittlung der Heizkosten getrennt nach Energieart vorgeschlagen. Daraus werden aber keine erkennbaren Konsequenzen gezogen, insbesondere wird keine Steuerung der VersORGER auf Basis dieser Kosten in Betracht gezogen.

[0008] Aus der DE 295 18 427 U1 ist ein System mit einem Gebäude üblicherweise zuzuordnenden Einrichtungen zur Energieerzeugung und Energieumwandlung einschließlich Verbraucher- und Energiespeichergeräten bekannt, bei denen ein Energiemanager vorgesehen ist, der die direkte Verwertung und/oder Speicherung und Abgabe der erzeugten und umgewandelten Energie einstellt.

[0009] Natürlich kommt die Steuerung eines VersORGER nicht für jede Energieart nach Belieben in Frage. Kommerziell erhältliche Solarmodule verfügen für gewöhnlich über einen internen Fluidkreislauf (durch die Solar-Panels), der mittels Sensoren hinsichtlich Temperatur und Fließgeschwindigkeit überwacht wird, und in den eine Umwälzpumpe für das Wärmespeichermedium (z. B. Wasser-Glykol) integriert ist. Zum einen besteht eine Notwendigkeit, den Stillstand

des Mediums – besonders unter intensiver Sonnenstrahlung – zu vermeiden und ausreichende Wärmemengen abzuführen, um eine Beschädigung der Solaranlage zu verhindern. Zum anderen sind oft bereits herstellerseitig Optimierungen für die Umwälzkontrolle vorgesehen, um z. B. bei bekannter Temperatur des Wasserspeichers auch bei schwacher Sonneneinstrahlung (beispielsweise DE 10 2005 008646 B3) einen möglichst günstigen Wirkungsgrad zu erzielen. In derartig ausgefeilte Steuerungen der Solarmodule kann und soll i. a. kein Eingriff vorgenommen werden.

[0010] Ebenso wird es bei Übergabestationen von Fern- und Nahwärme zumeist sinnvoll sein, keinerlei Eingriff in die vom Hersteller vorgesehene Betriebsweise anzustreben. Fern- und Nahwärme zählt zu den industriellen Abfallprodukten in Ballungsgebieten und soll gemeinhin bestmöglich für die Hauswassererwärmung ausgeschöpft werden. Auf der Erzeugerseite ist hier ohnehin keine Einflussnahme möglich, sondern höchstens auf die Energieentnahme aus dem Netz.

[0011] Energiearten, deren Beiträge zur Energieeinspeisung in einen Warmwasserspeicher vorrangig und unbeeinflusst sein sollen, werden im Folgenden als Vorrangenergien bezeichnet. Komplementär wird von Nachrangenergien die Rede sein, die nach Bedarf zur Wärmeeinspeisung zugeschaltet werden können, um etwa eine vorgegebene Solltemperatur des Wasserspeichers zu erreichen. Dies umfasst beispielsweise alle konventionellen Brenntechnologien (Öl, Gas, Kohle), aber durchaus auch alternative Versorgungen wie Pellet-Heizung oder Geothermie-Wärmepumpen (wieder ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Gemeinsame Merkmale der Nachrangenergien sind:

- Die Vorrichtungen zur Wärmeherzeugung sind lokal – also im jeweiligen Gebäude – vorhanden und unter Kontrolle des Besitzers.
- Das Abschalten bzw. Herunterfahren einer solchen Vorrichtung führt unmittelbar zu einer Einsparung an Brennstoff oder Strom (für Pumpen).
- Alle Nachrangenergien einspeisenden Vorrichtungen sind voneinander unabhängige Module, die einzeln oder gegebenenfalls parallel aktiviert werden können.

[0012] Dieses vorausgesetzt, soll der Gedanke der separierten Energiekostenermittlung hiernach verallgemeinert aufgegriffen und für flexible Systeme, die den künftigen Anforderungen an eine standardisierte Erfassung sämtlicher Energieströme im Interesse beliebiger modularer Erweiterbarkeit gerecht werden, fortentwickelt werden.

[0013] Die Aufgabe der Erfindung ist deshalb ein Verfahren zur Kontrolle der Energieeinspeisung in einen Wasserspeicher, das einen optimalen Energie-Mix realisiert.

[0014] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen an.

[0015] Unverzichtbarer Bestandteil der Erfindung ist in erster Linie die kontinuierliche Erfassung der Energieströme auf der Erzeugerseite. Auf der Verbraucherseite ist die Verteilung von Wärmemengen z. B. auf verschiedene Wohneinheiten hinlänglich beschrieben worden und somit Stand der Technik. Die Erfindung befasst sich im Folgenden ausdrücklich nicht mit der Verbraucherseite, obwohl natürlich gerade auch das Entnahmeverhalten der Verbraucher ein wesentlicher Aspekt bei der Bewertung der Optimalität eines eingespeisten Energie-Mix ist. Auf diesen Aspekt wird auch in einer parallelen Patentanmeldung gesondert eingegangen.

[0016] Erfindungsgemäß erfolgt fortlaufend die Messung der Beiträge aller einspeisenden Wärmequellen zur gesamten Energielieferung, wobei auch von vornherein nach Beiträgen von Vorrang- und Nachrangenergien unterschieden wird. Die Energielieferungen der Vorrangenergien werden erfindungsgemäß dazu genutzt, Art und Umfang der Zuschaltung der zur Verfügung stehenden Nachrangenergien zu steuern. Die Steuerung basiert auf einer rechnergestützten Auswertung aller simultan erhobenen Messdaten, bei der in Abhängigkeit von aktueller Ist- und vorgewählter Soll-Temperatur des Wasserspeichers jedem Energie-Mix ein Bewertungsmaß zugeordnet wird. Dieses Bewertungsmaß ist erfindungsgemäß einer Optimalitätsforderung unterworfen und soll nun sein Optimum dadurch annehmen und über die Zeit aufrecht erhalten, dass insbesondere bei externen bedingten Schwankungen der Einträge von Vorrangenergien zusätzliche Nachrangenergien als Wärmequellen nach einem vorprogrammierten Regelsystem (i. F. Mix-Strategie) angesteuert und gegebenenfalls aktiviert oder deaktiviert werden.

[0017] Das zeitabhängige Verbrauchsverhalten – also z. B. stark erhöhte Warmwasserentnahme aus dem Speicher wegen Duschbetrieb am Morgen oder dergleichen – wird zwar zweifellos die rechnergestützte Steuerung der Nachrangenergiequellen beeinflussen, ist aber aus der Sicht des erfindungsgemäßen Verfahrens nichts anderes als eine weitere Quelle von Vorrangenergie, die eben üblicherweise mir einen negativen Energieeintrag liefert. Von daher ist das Ausklammern einer Detailbetrachtung der Verbraucherseite (insbesondere einer Kostenaufteilung auf diese) aus der Lösung des Optimierungsproblems gut zu rechtfertigen.

[0018] Es dürfte ferner ohne weiteres nachvollziehbar sein, dass das erfindungsgemäß bevorzugte Bewertungsmaß, welches es zu optimieren gilt, die laufenden Kosten der eingespeisten Energiearten sind, die natürlich in jedem Zeitschritt ein Minimum anneh-

men sollen. Allerdings kommen auch andere Bewertungsmaße durchaus in Frage. Beispielsweise könnten auch die Investitionskosten für Anschaffung und Einbau von Versorger-Modulen in das Bewertungsmaß mit einfließen. Investition dividiert durch Abschreibungszeitraum kann ohne weiteres den laufenden Kosten hinzuaddiert werden und verteuert diese Energieart entsprechend. Zumindest für Vorrangenergieversorger ist dies auch unproblematisch, da diese ohnehin vollumfänglich genutzt werden sollen. Nachrangenergien wie Geothermal-Wärme würden dann hingegen eine Anpassung der Mix-Strategie erfordern, damit nicht das durch Investitionen verteuerte, neu eingebaute Modul durch die Rechnersteuerung unsinnigerweise bevorzugt deaktiviert wird.

[0019] Ein weiteres Beispiel für ein Bewertungsmaß ist die CO₂-Bilanz. Es kann eine Optimierung dahingehend vorgenommen werden, dass der CO₂-Ausstoß in die Atmosphäre in erster Linie gering sein soll, dabei aber auch bei Belastungsspitzen möglichst neutral in der CO₂-Bilanz. Konkret sollen z. B. Solaranlage und Geothermie-Wärmepumpen bevorzugt betrieben werden, und wenn diese nicht ausreichen, solche zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe (z. B. Pellet-Heizung). Fossile Energieträger wären zu vermeiden. Dabei kann durchaus in Betracht gezogen werden, dass elektrisch betriebene Umwälzpumpen bei Solar-Anlage etc. auch von Netzstrom gespeist werden und somit einen CO₂-Ausstoß am Kraftwerk mit sich bringen.

[0020] Eine genaue Mix-Strategie muss – wie dieses Beispiel schon zeigt – für jede Zusammenstellung von Modulen gesondert erstellt werden. Sie besteht immer aus:

- Festlegung des Bewertungsmaßes (einheitlich für alle Energiearten)
- Festlegung der Optimalität des Bewertungsmaßes
- Programmierung von Steuerregeln zum Erreichen des Optimums.

[0021] Auch die konkreten Steuerregeln lassen sich nicht allgemein angeben, sondern hängen von der konkreten Auswahl an Modulen in einer konkreten Gesamtinstallation ab.

[0022] Zur beispielhaften Illustration der Erfindung zeigt die einzige [Fig. 1](#) eine schematische Installation, umfassend einen Wasserspeicher W und eine Mehrzahl von Energieversorgern (S1, S2, P1, P2), die jeweils über einen eigenen Wärmetauscher an den Wasserspeicher angekoppelt sind, sowie einen Steuerrechner CPU, der mit allen Versorgern Daten austauscht.

[0023] Die parallele Ankopplung der unterschiedlichen Energieversorger ist wichtig für die Realisierung der Erfindung, da nur so die vollständige Unabhängigkeit

der Systeme a priori gegeben ist. Eine Abhängigkeit wird erst über die erfindungsgemäße Ansteuerung erzeugt, d. h. die verschiedenen Energiearten sollen konzeptionell miteinander konkurrieren. Im Übrigen soll jederzeit der Austausch von Modulen oder die Erweiterung mit zusätzlichen Modulen möglich sein.

[0024] In [Fig. 1](#) sind zwei Vorrangenergieversorger P1, P2 und zwei Versorger mit Nachrangenergien S1, S2 dargestellt. Jeder Erzeuger führt die erzeugte Wärme über ein – durchaus jeweils eigenes – Speichermedium zu seinem Wärmetauscher mit W. In den jeweiligen Zu- und Abläufen zu den Wärmetauschern sind Temperatur- und Durchflusssensoren (im Grunde nach dem Stand der Technik) vorgesehen, z. B. SP1A am Abfluss des Wärmetauschers von P1 und SP1Z am Zufluss, deren Besonderheit im Sinne der Erfindung nun darin besteht, dass sie ihre Messwerte nicht allein der Steuerelektronik von P1, sondern auch in einer standardisierten Form dem Prozessrechner CPU zur Verfügung stellen. CPU verarbeitet alle eintreffenden Daten – diese können kontinuierlich oder nur in vorgewählten Zeitabständen erhoben und verarbeitet werden – und berechnet nach der Mix-Strategie Steuerbefehle an S1 und S2. Der Temperaturfühler T überwacht die Temperatur im Wasserspeicher und meldet diese fortlaufend an CPU und/oder alle Module, die diese Information für ihre eigene Betriebsoptimierung benötigen.

[0025] Um Missverständnissen vorzubeugen sei besonders darauf hingewiesen, dass in [Fig. 1](#) zwar ein geschlossener Wasserspeicher dargestellt ist, der nur Wärmeenergie über Wärmetauscher aufnimmt und abgibt, dies aber nicht einschränkend verstanden werden darf. Das erfindungsgemäße Verfahren kann ebenso mit einem offenen Speicher, dem Kaltwasser zugeführt und Warmwasser über einen Ablauf direkt entnommen wird (insbesondere auch Trinkwasser, sog. Kombispeicher), problemlos arbeiten. Zu- und Abläufe der Speicher sollten hierfür mit Durchflussmessern und Temperaturfühlern ausgestattet sein – zumindest der Zulauf, wenn der Füllstand des Speichers konstant gehalten wird.

[0026] Es mag für das Verständnis der erfindungsgemäßen Wirkungsweise des Prozessrechners CPU hilfreich sein, die Elemente der [Fig. 1](#) durch konkrete Beispielsysteme zu ersetzen und eine einfache Mix-Strategie zu formulieren. Dafür soll P1 mit einer Solaranlage identifiziert werden, S1 soll ein Erdgasbrenner sein und S2 eine Geothermie-Wärmepumpe. P2 möge das Verbrauchernetz repräsentieren, das der Einfachheit halber gerade keine Energie entnimmt.

[0027] Der Wasserspeicher W soll nun auf die Temperatur T₀ erwärmt werden. Die aktuelle Temperatur T < T₀ wird gemessen. Eine einfache Mix-Strategie

kann nun zunächst so aussehen:

1. Miss den aktuellen Energieeintrag von P1 und prognostiziere die Temperaturentwicklung von W unter Annahme gleich bleibender Energiezufuhr.
2. Liegt die Prognose für die Zeit zum Erreichen von T0 jenseits einer akzeptablen Schwelle, aktiviere S2.
3. Miss Energieeinträge von P1 und S2 und aktualisiere die Prognose.
4. Liegt die Prognose immer noch zu hoch, aktiviere auch noch S1. Aktualisiere die Prognose.
5. Sobald die Prognose anzeigt, dass die Zieltemperatur innerhalb der akzeptablen Zeit erreicht wird, fahre zunächst S1, dann S2 herunter.
6. Prioritätsregel: Überwache Energiefluss aus P1 dahingehend, dass eine vorgegebenes Minimum an Energieübertrag an W nie unterschritten wird. Anderenfalls alle Sekundärsysteme abschalten (dies dient der Vermeidung einer Überhitzung des Solarmoduls, das seine Energie loswerden muss).
7. Nebenbedingung: Überwache Energiefluss aus S2 dahingehend, dass der Energieübertrag an W oberhalb einer Mindestgrenze liegt, sonst S2 abschalten und S1 hochfahren. (Wenn S2 nicht mehr ökonomisch betrieben werden kann, ist S1 womöglich effektiver bzw. günstiger.)

[0028] Dieser skizzierte Algorithmus erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder auch nur auf gute Praktikabilität. Er führt aber schon vor Augen, wie komplex eine tatsächliche Mix-Strategie aussehen kann, wenn

- noch weitere Energieversorgermodule vorhanden sind;
- die prinzipiell unvorhersehbaren, zeitlich begrenzten Einflüsse (z. B. Lastspitzen bei der Entnahme, Wetterwechsel mit Bewölkung) effektiv kompensiert werden sollen;
- Nebenkopplungen der Module untereinander realisiert sind (Bsp. die Abwärme des Gasbrenners kann über einen Stirling-Motor in Energie zum Betrieb einer der Umwälzpumpen überführt werden, was den Betrieb des Gasbrenners effektiv verbilligt).

[0029] Übrigens wird bei obiger Mix-Strategie implizit vorausgesetzt, dass die Zeit zum Erreichen einer vorgewählten Soll-Temperatur ein fester, aus praktischen Gründen zwingender Parameter ist, dem sich die Optimalität des Energie-Mix unterzuordnen hat. Die Aufheizzeit ist somit hier ein Bestandteil des Regelsatzes. Dies muss aber keineswegs immer so sein. Ebenso gut kann man fordern, dass die Verfügbarkeit der Vorrangenergien lediglich eine Mindesttemperatur festlegt, auf die der Wasserspeicher erwärmt werden soll. Sieht man überdies großzügige Zeiträume vor bis diese erreicht werden soll, lässt sich gewiss auch eine kostengünstigere Mix-Strategie formulieren.

[0030] Vorteilhafterweise kann man aufgrund der kontinuierlichen Überwachung und Regelung natürlich auch tageszeitabhängig zwischen verschiedenen Mix-Strategien wechseln.

[0031] Insgesamt bleibt festzuhalten, dass der erfindungsgemäße Ansatz erstmals eine modular aufgebaute Wärmeenergieversorgung mit verschiedenen Energiearten in der Weise steuert, dass aus den jeder Energieart zugeordneten, kontinuierlich messbaren Energiezuflüssen eine Rangordnung ermittelt wird, nach der weitere Wärmequellen systematisch hinzuschalten oder zu deaktivieren sind. Die Bildung dieser Rangordnung erfolgt zeitaktuell und mit externen, unkontrollierbaren Einflüssen Schritt haltend auf Basis automatischer Berechnungen, was die Bezeichnung hierarchische Energieversorgung begründen soll.

[0032] Der erfindungsgemäße Automatismus dient dabei schon deshalb in besonderem Maße dem Ziel eines zukunftsweisenden Energie-Mix-Konzepts, weil alle Erfahrung immer wieder lehrt, dass menschliche Bedenkenlosigkeit leichter zu umgehen als auszuschaalten ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Energieeintrags aus einer Mehrzahl von Wärmequellen unterschiedlicher Energiearten in einen Warmwasserspeicher gekennzeichnet durch die Schritte:

- a. Festlegen wenigstens einer Wärmequelle als Vorrangwärmequelle,
- b. Festlegen der anderen Wärmequellen als Nachrangwärmequellen,
- c. Festlegen eines Regelsatzes zur Bestimmung einer Rangfolge für die Veränderung der Energiezufuhr aus den Nachrangwärmequellen, wobei der Regelsatz von der Temperatur des Warmwasserspeichers und von den Energiezuflüssen aller Wärmequellen in den Warmwasserspeicher abhängt,
- d. Messen der Temperatur im Warmwasserspeicher,
- e. Messen des Energieeintrags jeder Wärmequelle in den Warmwasserspeicher,
- f. Berechnen eines Bewertungsmaßes für die gemessene Verteilung von Energiezuflüssen,
- g. Rechnerisches Optimieren des Bewertungsmaßes hinsichtlich eines vorgegebenen Optimalitätskriteriums durch rechnerisches Variieren des Energieeintrags wenigstens einer Nachrangwärmequelle nach der durch den Regelsatz vorgegebenen Rangfolge,
- h. Ansteuern der wenigstens einen Nachrangwärmequelle gemäß der berechneten Variation zum Einstellen einer optimalen Zusammensetzung der Energieeinträge und
- i. Wiederholen der Schritte d. bis i.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die laufenden Betriebskosten aller

Wärmequellen addiert und die laufenden Gesamtkosten als Bewertungsmaß benutzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Optimalitätskriterium die Minimierung vorgesehen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Optimalitätskriterium ein Minimum an CO₂-Ausstoß ist.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelsatz als Software in die Recheneinheit implementiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelsatz eine Abhängigkeit von der Tageszeit aufweist, so dass die Recheneinheit gemäß interner Uhr Regeln befolgt oder aufhebt.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelsatz eine Solltemperatur des Wassertanks vorschreibt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelsatz eine maximale Zeitspanne zum Erreichen der Solltemperatur vorschreibt.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelsatz vorrangig gültige Prioritätsregeln zur Wahrung der Betriebssicherheit umfasst.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

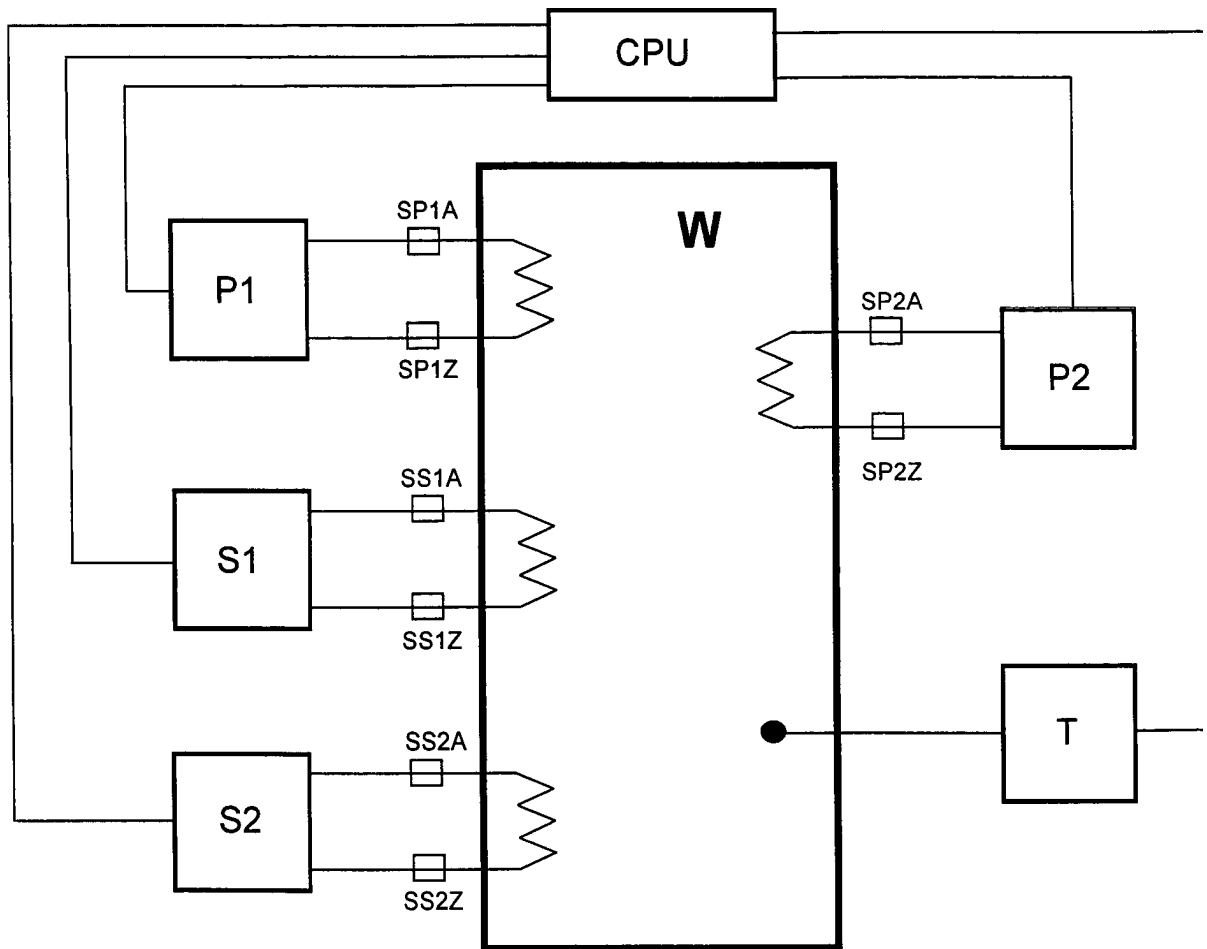


FIG. 1