



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 148 302 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.10.2001 Patentblatt 2001/43

(51) Int Cl.7: **F24D 19/10**

(21) Anmeldenummer: **01890113.2**

(22) Anmeldetag: **12.04.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Technische Alternative elektronische
Steuerungsgerätegesellschaft m.b.H.
3872 Amaliendorf (AT)**

(72) Erfinder: **Fichtenbauer, Kurt
3872 Amaliendorf (AT)**

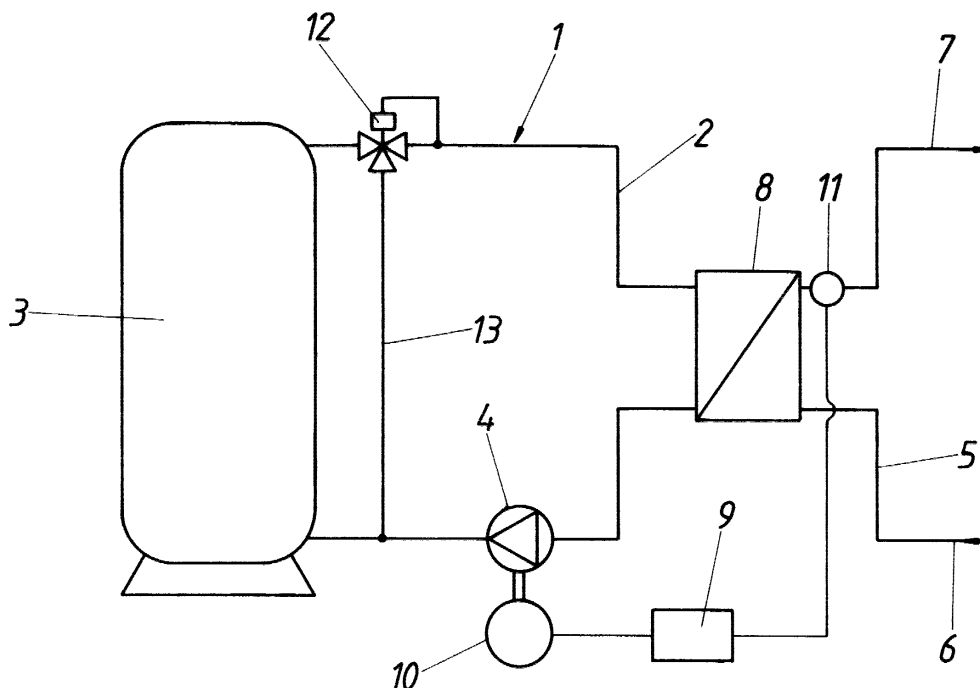
(30) Priorität: **19.04.2000 AT 6932000**

(74) Vertreter: **Hübscher, Heiner, Dipl.-Ing. et al
Spittelwiese 7
4020 Linz (AT)**

(54) **Verfahren zum Regeln der Entnahmetemperatur von Brauchwasser**

(57) Zum Regeln der Entnahmetemperatur von sekundärseitig in einem Wärmetauscher (8) erwärmtem Brauchwasser, welcher Wärmetauscher (8) primärseitig in einem über eine Wärmequelle (3), insbesondere einen Pufferspeicher, führenden, mit einer in ihrer Drehzahl steuerbaren Umwälzpumpe (4) ausgestatteten Heizkreis eingebunden ist, steuert ein mit einer Reglerstufe für die Drehzahl Null ausgestatteter PID-Regler (9) den Pumpenantrieb (10) in Abhängigkeit vom Vergleich

der gemessenen sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers (8) als Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert an. Um eine aufwandsarme und doch feinfühligke Regelung zu erreichen, wird der Pumpenantrieb (10) über den gesamten Drehzahlbereich nur in Abhängigkeit vom Ist-Sollwertvergleich angesteuert, wobei im Falle der Drehzahlstufe Null und eines erkennbaren Temperaturgradienten der Austrittstemperatur der I-Teil des PID-Reglers in seine Grundstellung zurückversetzt wird.



EP 1 148 302 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln der Entnahmetemperatur von sekundärseitig in einem Wärmetauscher erwärmtem Brauchwasser, welcher Wärmetauscher primärseitig in einem über eine Wärmequelle, insbesondere einen Pufferspeicher, führenden, mit einer in ihrer Drehzahl steuerbaren Umwälzpumpe ausgestatteten Heizkreis eingebunden ist, nach dem ein PID-Regler den Pumpenantrieb in Abhängigkeit vom Vergleich der gemessenen sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers als Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert ansteuert.

[0002] Zur Brauchwarmwassererzeugung ist es bekannt, das Brauchwasser sekundärseitig über einen Wärmetauscher im Durchlauferhitzerprinzip zu erwärmen, welcher Wärmetauscher durch einen Primärkreis mit Umwälzpumpe und Wärmequelle, beispielsweise einem mit heißem Heizungswasser befüllten Pufferspeicher, wärmebeaufschlagt wird, wobei der Energieeintrag in den Wärmetauscher von der primärseitigen Durchflußmenge und damit von der Drehzahl der Umwälzpumpe abhängt. Zur Regelung bzw. Konstanthaltung der Brauchwassertemperatur wird die Brauchwasseraustrittstemperatur am Wärmetauscher als Istwert gemessen und über einen PID-Regler (Proportional-Integral-Differentialregler) mit dem gewünschten Sollwert verglichen und dementsprechend die Umwälzpumpe in ihrer Drehzahl gesteuert. Da die Regler eine bestimmte Dynamik besitzen und demnach die Pumpendrehzahl nur in einem begrenzten Bereich ordnungsgemäß variieren können, wobei vor allem im unteren Drehzahlbereich eine empfindliche Überreaktion bei der Regelung zustande käme, ist bisher die Pumpenantriebssteuerung durchgehend von Null bis zur Nenndrehzahl nicht möglich. Es ist notwendig, einen sekundärseitigen Durchfluß, also eine Warmwasserentnahme zu erkennen, wozu Strömungsschalter, Differenzdruckmesser, Wasseruhren u. dgl. dienen, und die Umwälzpumpe im Primärkreis abzuschalten, so lange es keinen sekundärseitigen Durchfluß gibt und erst dann einzuschalten, wenn ein solcher Durchfluß auftritt, also Brauchwasser entnommen wird. Ist die Umwälzpumpe eingeschaltet, erfolgt dann die Regelung des Pumpenantriebes in einem Drehzahlbereich von ca. 30 bis 100 % der Nenndrehzahl, um den Energieeintrag in den Wärmetauscher zur Brauchwarmwassererzeugung zu beeinflussen. Dieses Verfahren bringt allerdings nur eine geringe Regelgenauigkeit mit sich, reagiert langsam auf sekundärseitige Durchflußmengenänderungen und führt zu einem hohen Rücklauf in den Pufferspeicher mit der Gefahr von Durchmischungen innerhalb des Speichers. Zur Erklärung wird bemerkt, daß große Volumenstromänderungen, wie sie bei einer Erhöhung der Drehzahl aus dem Abschaltzustand auf mindestens 30 % der Nenndrehzahl auftreten, wegen der thermischen Trägheit der Komponenten eine Thermostatfunktion mit hoher Hysterese ergeben. Bei einem entsprechenden Ein-

schalten der Pumpe aufgrund der Wärmeverluste durch die Isolierung wird rasch ein hohes Temperaturniveau im Wärmetauscher erreicht. Es ergeben sich dadurch erhöhte Bereitschaftsverluste und es dauert einige Zeit bis das Energieniveau im Wärmetauscher unter die Solltemperatur gesunken ist, wonach wieder wegen der Systemträgheit eine "Temperaturlücke", also eine Wasserabgabe unter der Solltemperatur auftritt. Nach einer "Einseifpause" bei Handwasch- und Badeeinrichtungen kann andererseits wieder eine Übertemperatur im abgegebenen Brauchwasser, die sogar mit einer Verbrühungsgefahr verbunden ist, auftreten. Dazu kommt noch der Aufwand für die Durchflußerkennung sowie die Störanfälligkeit der entsprechenden Einrichtungen und Geräte und deren Ansprechträgheit.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art anzugeben, das auf rationelle Weise ein funktionssicheres und feinfühliges Regeln der Entnahmetemperatur von Brauchwasser erlaubt.

[0004] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß der PID-Regler mit einer Reglerstufe für die Drehzahl Null ausgestattet und der Pumpenantrieb über den gesamten Drehzahlbereich nur in Abhängigkeit vom Ist-Sollwertvergleich angesteuert wird, wobei im Falle der Drehzahlstufe Null und eines erkennbaren Temperaturgradienten der Austrittstemperatur der I-Teil des PID-Reglers in seine Grundstellung zurückversetzt wird.

[0005] Ein elektronischer PID-Regler umfaßt drei Regelteile, den Proportionalteil zur Verstärkung der Differenz zwischen Ist- und Sollwert, den Integralteil zum Ausgleichen der durch den Proportionalteil bleibenden Regelabweichung und den Differentialteil zur Beeinflussung der Reaktion des Reglerausganges in Abhängigkeit von der Steilheit des Gradienten des Istwertes. Dadurch gleicht der Integralteil langfristig die vom Proportionalteil bleibenden Regelabweichungen aus und der Differentialteil führt bei einer raschen Änderung des Istwertes zu einer Überreaktion des Reglers, um die Regelwirkung zu beschleunigen. In der Praxis wird unter einem Heranregeln an die Drehzahlstufe Null auch eine Regelung bis z. B. 5 % der Nenndrehzahl verstanden.

[0006] Erfindungsgemäß wird auf die Erkennung eines sekundärseitigen Durchflusses im Wärmetauscher verzichtet und dafür beim Regler die Drehzahlstufe Null eingeführt, so daß aufgrund der immer gemessenen sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers ein ständiger Bereitschaftsaufwand zur Brauchwarmwasserabgabe besteht und zudem für eine Konstanthaltung der Austrittstemperatur gesorgt ist. Nach der Beendigung einer Warmwasserentnahme wird sekundärseitig die Austrittstemperatur am Wärmetauscher über den Sollwert steigen, wodurch der Regler die Pumpendrehzahl vermindert. Da aber ohne Brauchwasserentnahme eine Überhöhung des Istwertes bestehen bleibt, wird der Pumpenantrieb schließlich bis zur Drehzahlstufe Null angesteuert und die Umwälzpumpe stillgesetzt. Sinkt die Austrittstemperatur auf-

grund von Wärmeverlusten, wird der Regler die Pumpendrehzahl entsprechend dem Ist-Sollwertvergleich wieder erhöhen, bis die vorgegebene Temperatur erreicht ist, was neuerlich zu einer gewissen Überhöhung der Austrittstemperatur in Folge der endlichen Wärmeübertragungsgeschwindigkeit und der Trägheit der Temperaturmessung führt. Die Überhöhung der Austrittstemperatur, also des Istwertes, während des Bereitschaftszustandes erkennt ein PID-Regler als Regelabweichung, die den Integralteil voll ausnützt, so daß der Integralteil wegen der nicht möglichen Reduzierung der Drehzahl unter die Drehzahlstufe Null, seinen negativen Wert bis zum Maximum absenkt. Wird dann Brauchwasser entnommen, kommt es zwar rasch zu einem Absinken der Austrittstemperatur unter den Sollwert, aber da der Integralteil einen tiefen negativen Wert aufweist, würde trotz des hohen Differentialteils der Istwert dem Sollwert nur sehr langsam angeglichen werden. Um dies zu vermeiden, wird daher bei Auftreten eines entsprechenden Gradienten der Austrittstemperatur der Integralteil in seine Grundstellung zurückversetzt, wodurch die vom Regler zum Wiedererreichen des Normalzustandes benötigte Zeit wegfällt. Ein rasches Ausregeln ist daher bei Brauchwasserentnahme gewährleistet.

[0007] Erfindungsgemäß kann außerdem der Reglerausgang bei Überschreiten einer dem Sollwert gegenüber erhöhten Temperaturschwelle durch den Istwert abgeschaltet werden, wobei vorzugsweise die Temperatur etwa 1-3 °C über dem Sollwert liegt. Am Ende einer Warmwasserentnahme steigt der Istwert wegen des dann fehlenden Durchflusses nur langsam an, wodurch auch die Pumpendrehzahl nur langsam gegen Null geht und es im Heizkreis zu einem Rückpumpen heißen Speichermediums in den Pufferspeicher und damit zu einem Vermischen des unteren kalten Speichermediums mit dem heißen Speichermedium, also einer Entschichtung im Pufferspeicher käme. Dies wird durch das Abschalten des Reglerausganges und damit das Abschalten der Umwälzpumpe vermieden, wobei ein Unterschreiten der Temperaturschwelle durch den Istwert wieder zum Einschalten des Reglers bzw. der Pumpe führt.

[0008] Wird die primärseitige Eintrittstemperatur des Wärmetauschers durch einen im Heizkreis eingebundenen thermischen Mischer auf einen vorbestimmbaren Höchstwert begrenzt, kann das Regelverhalten in Folge der geringeren Regler- und Pumpendynamik verbessert werden. Außerdem läßt sich die Verkalkungsgefahr aufgrund der geringeren Temperaturen im Wärmetauscher verringern.

[0009] In der Zeichnung ist das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise anhand eines Anlagenschemas veranschaulicht.

[0010] Eine Brauchwarmwasseranlage 1 umfaßt einen Heizkreis 2 mit einem Pufferspeicher 3 und einer in ihrer Drehzahl steuerbaren Umwälzpumpe 4 sowie einen Brauchwasserkreis 5 mit einem Brauchwasserzu-

lauf 6 und einem Brauchwasserablauf 7, wobei ein Wärmetauscher 8 primärseitig in den Heizkreis 2 und sekundärseitig in den Brauchwasserkreis 5 eingebunden ist und bedarfsweise Brauchwasser im Durchlauferhitzerprinzip erwärmt. Zur Regelung der Entnahmetemperatur des Brauchwassers gibt es einen PID-Regler 9, der den Pumpenantrieb 10 in Abhängigkeit vom Vergleich der sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers 8 als Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert ansteuert. Ein Temperaturfühler 11 im Austrittsbereich des Brauchwasserablaufes aus dem Wärmetauscher 8 liest die entsprechenden Temperaturwerte in den Regler 9 ein. Der Pumpenantrieb 10 wird über den gesamten Drehzahlbereich von Drehzahlstufe Null bis zur Nenndrehzahl ohne Erkennung eines Durchflusses durch den Brauchwasserkreis 5 vom Regler 9 angesteuert, so daß sich sowohl ein Bereitschaftszustand im Wärmetauscher 8 ergibt als auch die Entnahmetemperatur des Brauchwassers in engen Grenzen konstant halten läßt, wobei zur Beseitigung der Reglerträgheit aufgrund der Sättigungsdrift des Integralteiles dieser Integralteil bei Drehzahlstufe Null und bei einem bestimmten Temperaturgradienten der Austrittstemperatur in die Grundstellung zurückversetzt wird.

[0011] Zur Verbesserung des Regelverhaltens und zur Vermeidung von Verkalkungen im Wärmetauscher 8 kann in den Heizkreis 2 ein thermischer Mischer 12 mit einer dem Pufferspeicher 3 überbrückenden Umgehungsleitung 13 eingebaut sein, so daß die primärseitige Eintrittstemperatur des Wärmetauschers 8 auf einen bestimmten Höchstwert begrenzt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln der Entnahmetemperatur von sekundärseitig in einem Wärmetauscher (8) erwärmtem Brauchwasser, welcher Wärmetauscher (8) primärseitig in einem über eine Wärmequelle (3), insbesondere einen Pufferspeicher, führenden, mit einer in ihrer Drehzahl steuerbaren Umwälzpumpe (4) ausgestatteten Heizkreis eingebunden ist, nach dem ein PID-Regler (9) den Pumpenantrieb (10) in Abhängigkeit vom Vergleich der gemessenen sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers (8) als Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert ansteuert, **dadurch gekennzeichnet, daß** der PID-Regler (9) mit einer Reglerstufe für die Drehzahl Null ausgestattet und der Pumpenantrieb (10) über den gesamten Drehzahlbereich nur in Abhängigkeit vom Ist-Sollwertvergleich angesteuert wird, wobei im Falle der Drehzahlstufe Null und eines erkennbaren Temperaturgradienten der Austrittstemperatur der I-Teil des PID-Reglers (9) in seine Grundstellung zurückversetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Reglerausgang bei Überschrei-

ten einer dem Sollwert gegenüber erhöhten Temperaturschwelle durch den Istwert abgeschaltet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die primärseitige Eintrittstemperatur des Wärmetauschers (3) durch einen im Heizkreis eingebundenen thermischen Mischer (12) auf einen vorbestimmbaren Höchstwert begrenzt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

