

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 908 678 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

14.04.1999 Patentblatt 1999/15

(51) Int. Cl.⁶: **F23N 1/08**

(21) Anmeldenummer: **98118832.9**

(22) Anmeldetag: **06.10.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **08.10.1997 DE 19744393**

(71) Anmelder:

**Gesellschaft für Sparsames Heizen mbH
90441 Nürnberg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Endl, Bernhard
92318 Neumarkt (DE)**
- **Pedack, Engelbert
90522 Oberasbach (DE)**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Verzögern des Brennerstarts einer Kesselanlage

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet sind, bei denen konstante oder im wesentlichen konstante Zeiten von durchschnittlich mehr als 15 Minuten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung einer geregelten Kesselanlage, variierte Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart von im Durchschnitt mindestens 3 Minuten oder variierte Zeiten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung von im Durchschnitt mindestens 1 Minute vorgegeben werden, bei denen der untere Temperaturgrenzwert geregelt und dabei variiert wird oder/und die Absenkung der Kesselwassertemperatur als Regelgröße verwendet und dabei variiert vorgegeben wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung für eine Kesselanlage sowie eine Kesselanlage, die mit einer Vorrichtung versehen ist, die die Regelung oder Steuerung der Kesselanlage entsprechend beeinflusst.

EP 0 908 678 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage, die geeignet sind zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen bei verzögertem oder/und über die abgesenkte Kesselwassertemperatur geregeltem Brenneinschaltverhalten, eine Vorrichtung zum Verzögern des Brennerstarts bei einer Kesselanlage sowie eine Kesselanlage mit einer Vorrichtung zum Verzögern des Brennerstarts.

[0002] Kesselanlagen wie z.B. Heizungs- oder/und Brauchwassererwärmungsanlagen werden üblicherweise immer noch mit einem unnötig hohen Energieverbrauch - vorwiegend durch ein ungünstiges Brennerstartzahl/Brennerstunden-Verhältnis - und dadurch einem erhöhten Schadstoffausstoß betrieben. Üblicherweise ist die Zahl der Brennerstarts viel zu hoch und die Brennerstundenzahl aufgrund der immer zu hohen Forderungsleistung bei zu hohem Energieverbrauch zu gering.

[0003] Die Regelung derartiger Anlagen ist normalerweise recht einfach. Die Regelung erfolgt bei ihnen üblicherweise mit einem Zweipunktreger (Thermostat) über eine von der Außentemperatur abhängige Verschiebung der Kesselwassertemperatur oder über zwei für das Kesselwasser vorgegebene Grenztemperaturen. Bei Unterschreiten des unteren Temperaturgrenzwerts wird der Brenner angefordert: Der Brenner startet, und das erneute Aufheizen beginnt. Bei Erreichen des oberen Temperaturgrenzwerts, der meistens 7 bis 12 °C über dem unteren Temperaturgrenzwert liegt, wird der Brenner abgeschaltet. Während der Brennerstillstandszeit kühlt das Kesselwasser allmählich ab. Bei Erreichen des unteren Temperaturgrenzwerts startet der Brenner wieder, und der nächste Zyklus beginnt. Als Zyklus wird eine Abfolge von Brennerlauf und Brennerstillstand bezeichnet. Bei Stahlkesseln liegt die Einschalttemperatur nicht unter 50 °C wegen der Gefahr von Kondensatbildung, da der Taupunkt etwa bei 48 °C liegt und sich unterhalb dieser Temperatur an den Stahlwänden Kondenswasser ausbilden und zur Rostbildung und Korrosion beitragen kann; bei Gußkesseln wird eine derartige Anlage üblicherweise zwischen 30 °C und 90 °C gefahren.

[0004] Die Temperaturgrenzwerte sind hierbei nach Kenntnis des Anmelders fast immer zu hoch angesetzt. Einerseits möchte man offensichtlich auf der sicheren Seite für die Heiztemperatur liegen und einen hohen Komfort bieten; andererseits ist offensichtlich noch nicht das gesamte mögliche Regelverhalten untersucht und verstanden worden. Unter Komfort wird eine ausreichende Versorgung mit Wärme bezeichnet, die bei allen Außentemperaturen und Tageszeiten als angenehm und ausreichend empfunden wird.

[0005] Die meisten Heizungs- oder/und Brauchwassererwärmungsanlagen werden mit mehr als 20000 Brennerstarts im Jahr und das bei weniger als 1300 Brennerbetriebsstunden im Jahr betrieben. Das sind meistens mehr als 20 Brennerstarts je Brennerbetriebsstunde, denn eine maximale Leistungsabforderung wird nur in 3 - 5 % der gesamten Jahreslaufzeit benötigt. Selbst die modernsten Heizungsanlagen arbeiten noch mit einer so hohen Starthäufigkeit pro Brennerbetriebsstunde. Teilweise laufen die Heizungsanlagen sogar in Zeiten erhöhter Außentemperaturen, obwohl das nicht zwingend erforderlich wäre, nur weil sie auf unnötig hohe Temperaturgrenzwerte eingestellt sind. Viele Heizungsanlagen sind auch heute noch auf einen unteren Temperaturgrenzwert von ca. 70 °C eingestellt, um dem Kunden einen in jedem Fall deutlich spürbaren und auch z.B. am Heizkörper fühlbaren Komfort zu gewährleisten, obwohl ein weit tiefer liegender unterer Temperaturgrenzwert für einen gleichwertigen Komfort ohne übermäßigen Energieverbrauch ausreichen würde. Ein übermäßiger Energieverbrauch wird oft als Bereitstellungsverlust bezeichnet.

[0006] Bei jedem Brennerstart, also bei jeder Zündung des brennfähigen Gemisches, wird über etwa 30 bis 60 Sekunden eine sehr große Schadstoffmenge aufgrund der unvollständigen Verbrennung freigesetzt und wegen extremer Abgasgeschwindigkeiten Energie verschwendet (Anfahrverluste). Die gesamte Startphase dauert bei Heizungs- und/oder Brauchwassererwärmungsanlagen meistens etwa 1 bis 2 Minuten, bis sich üblicherweise stabile Verhältnisse und eine saubere, Kohlenmonoxid-arme Verbrennung einstellen. Der Schadstoffausstoß in der Startphase ist oft um den Faktor 100 bis 500 größer als bei der nachfolgenden stabilen Verbrennungsphase.

[0007] In der Patentanmeldung DE-A-195 34 319 werden verschiedene Kesselanlagen sowie Verfahren, derartige Kesselanlagen zu betreiben, beschrieben, um Möglichkeiten der Energieeinsparung und Schadstoffreduzierung aufzuzeigen. Hierbei wird ein keramischer Einsatz im Kessel verwendet, der als HeizCeram bezeichnet wird. Auf diese Publikation wird ausdrücklich Bezug genommen; sie gilt aufgrund des Zitats als in die Beschreibung einbezogen. Im folgenden wird mit "geregelt" auch "gesteuert" gemeint und wird zwischen Regelung und Steuerung nicht unterschieden.

[0008] Das Gebrauchsmuster DE 297 07 099 beschreibt eine Heizungsanlage, bei der ein Verzögerungsglied zwischen Steuerung und Brenner angeordnet ist und bei der das Verzögerungsglied den Einschaltbefehl der Steuerung an den Brenner um einen konstanten Zeitbetrag, insbesondere um 4 bis 15 Minuten, verzögert.

[0009] Aufgrund der Erkenntnis, daß die derzeitigen Heizungs- und Brauchwassererwärmungsanlagen wegen der überhöhten Bereitschaftstemperaturen sowie des ungünstigen Brennerstartzahl/Brennerstunden-Verhältnisses zuviel Energie verbrauchen, bestand die Aufgabe, Verfahren zum Betreiben von Kesselanlagen vorzuschlagen, die für den Betreiber eine deutliche Energieersparnis ohne Beeinträchtigung des Komforts ermöglichen und die Umwelt von gesundheitsschädlichen Anfahrtschadstoffen entlasten. Außerdem bestand die Aufgabe, eine Vorrichtung, die ggbs. als Zusatzgerät zu einer geregelten oder gesteuerten Kesselanlage dienen kann, mit einer entsprechenden Regelung

bzw. Beeinflussung der Regelung oder Steuerung sowie eine entsprechend arbeitende Kesselanlage zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Betriebs vorzuschlagen.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist,

- a) bei dem konstante oder im wesentlichen konstante Zeiten von durchschnittlich mehr als 15 Minuten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung einer geregelten Kesselanlage vorgegeben werden,
- b) bei dem variierte Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart von im Durchschnitt mindestens 3 Minuten vorgegeben werden,
- c) bei dem variierte Zeiten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung von im Durchschnitt mindestens 1 Minute vorgegeben werden,
- d) bei dem der untere Temperaturgrenzwert geregelt und variiert vorgegeben wird oder/und
- e) bei dem die Absenkung der Kesselwassertemperatur als Regelgröße verwendet und variiert wird.

[0011] Die Aufgabe wird ferner gelöst mit einer Vorrichtung für eine Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, wobei die Vorrichtung ausgestattet ist mit Komponenten

- a) zur Verzögerung des Brennerstarts einer geregelten Kesselanlage ab Brennerstartanforderung um konstante oder im wesentlichen konstante Zeiten von durchschnittlich mehr als 15 Minuten,
- b) zur Variation der Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart von im Durchschnitt mindestens 3 Minuten,
- c) zur Variation der Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung von im Durchschnitt mindestens 1 Minute,
- d) zur Regelung des unteren Temperaturgrenzwertes und zur variierten Vorgabe des unteren Temperaturgrenzwertes oder/und
- e) zur Absenkung der Kesselwassertemperatur mit der Temperaturabsenkung als Regelgröße unter Variation.

[0012] Schließlich wird die Aufgabe gelöst mit einer Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, die mit einer Vorrichtung versehen ist, die die Regelung oder Steuerung beeinflusst

- a) durch Verzögerung des Brennerstarts einer geregelten Kesselanlage ab Brennerstartanforderung um konstante oder im wesentlichen konstante Zeiten von durchschnittlich mehr als 15 Minuten,
- b) durch Variation der Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart von im Durchschnitt mindestens 3 Minuten,
- c) durch Variation der Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung von im Durchschnitt mindestens 1 Minute,
- d) durch Regelung des unteren Temperaturgrenzwertes und durch variierte Vorgabe des unteren Temperaturgrenzwertes oder/und
- e) durch Absenkung der Kesselwassertemperatur mit der Temperaturabsenkung als Regelgröße unter Variation.

[0013] Kesselanlagen, die erfindungsgemäß betrieben werden können, sind alle Kesselanlagen, die alt oder neu sind, die mit kleiner (≤ 70 kW), mittlerer (70 bis 500 kW) oder großer Leistung (> 500 kW) bzw. ein- oder mehrstufig betrieben werden können und die evtl. auch mit einem keramischen Einsatz zur Energieeinsparung wie dem sog. HeizCeram der Gesellschaft für Sparsames Heizen mbH in Nürnberg versehen sind. Die Kesselanlagen können als Klein- oder Großfeuerungsanlagen, als kleine, mittlere oder große Heizungs- oder/und Brauchwassererwärmungsanlagen, als Reaktoren, Verbrennungsanlagen und Nachverbrennungsanlagen dienen. Diese Kesselanlagen können mit Gas, Öl oder/und Feststoff mit einer Feststoffteilchengröße von im wesentlichen weniger als 1 mm betrieben werden. Die Kesselanlagen werden oft bereits mit einer Regelung oder Steuerung versehen sein, wenn sie mit einer Zusatzvorrichtung zur Brennerstartverzögerung ausgestattet werden. Alternativ können sie bereits bei der Erstmontage oder bei einer Umrüstung mit einer Vorrichtung zur Brennerstartverzögerung, zur Veränderung der Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart, zur Beeinflussung des unteren Temperaturgrenzwertes oder/und zur Absenkung der Kesselwassertemperatur ausgestattet werden, die auch einen Zweipunktregler oder eine ähnliche Regelung oder Steuerung enthalten kann. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann eine Programmauswahl ermöglichen für verschiedene Arten der Programme zur Verzögerung, zur Variation von Zeitabständen, zur Variation der Verzögerung, zur Regelung und Variation des unteren Temperaturgrenzwertes oder/und zur Absenkung der Kesselwassertemperatur und ihrer Variation.

[0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann einen Mikroprozessor oder eine ähnlich arbeitende Elektronikeinheit für die Ermittlung oder/und Vorgabe der Verzögerung, der Zeitabstände, des unteren Temperaturgrenzwertes bzw. der Temperaturabsenkung und ggbfs. einen Speicher für eine oder mehrere Modulationen oder/und eine Programmeinheit für ein oder mehrere Programme sowie evtl. Sensoren für die Außentemperatur, Innentemperatur oder/und Kesselwassertemperatur und einen Betriebsstundenzähler, einen Brennerstartzähler, eine Einrichtung zur Erfassung der Brennerlaufzeit innerhalb eines Zyklus oder/und eine Einrichtung zur Wahl eines Programms umfassen.

[0015] Als besonders vorteilhaft hat sich eine Vorrichtung erwiesen, die für einstufige Kesselanlagen vorgesehen ist, die einfach über eine standardisierte Steckeinrichtung an die bestehende Kesselanlage angeschlossen werden kann und sofort ohne Anpassung durch einen Fachmann in Betrieb genommen werden kann. Für mehrstufige Kesselanlagen, bei denen zwei oder drei Leistungsstufen je nach Bedarf gewählt werden, ist jedoch bisher eine Verdrahtung durch einen Fachmann anstelle der einfachen Steckeinrichtung erforderlich.

[0016] Eine Kesselanlage, die auch eine Regelung oder Steuerung des Brenners enthält, wird in der Regel erfindungsgemäß betrieben, wenn der von der Regelungsvorrichtung gemeldete Impuls, der konventionell den Brennerstart anfordern würde, für das Auslösen einer zeitlichen Verzögerung von mindestens einer, vorzugsweise von mindestens 2 bis 25 Minuten genutzt wird. Wenn diese Verzögerung über viele oder alle Zyklen gleich groß ist und wenn sich die weiteren Betriebsbedingungen nicht stärker ändern, wird sich das Regelverhalten der Kesselanlage nach einiger Zeit auf diese Bedingungen einspielen und ein konstantes oder im wesentlichen konstantes Zyklusverhalten ergeben. Hierdurch kann der Energieverbrauch an Öl, Gas oder ähnlichen Primärenergien bereits um mehrere Prozent gesenkt werden.

[0017] Wenn konstante oder im wesentlichen konstante Zeiten für die Verzögerung des Brennerstarts einer geregelten Kesselanlage ab Brennerstartanforderung vorgegeben werden, so betragen die Verzögerungen mehr als 15 Minuten, vorzugsweise mindestens 16 Minuten, insbesondere mindestens 18 Minuten, besonders bevorzugt mindestens 20 Minuten, vorzugsweise bis zu 40 Minuten, insbesondere bis zu 30 Minuten, ggbfs. sogar bis zu 25 oder 20 Minuten.

[0018] Der Begriff "im wesentlichen konstant" bezieht sich vor allem auf Schwankungen innerhalb der Regelstrecke, etwa im Bereich von ± 1 Minute.

[0019] Erstaunlicherweise beträgt die Absenkung des Energieverbrauchs für dieses Verfahren bereits meistens etwa 2 bis 18 %, bei Heizungsanlagen meistens mindestens 6 %; es ergibt sich bei diesem Verfahren oft eine Absenkung des Kesselwassertemperaturniveaus. In diesem Bereich ergibt sich ein Optimum der Energieeinsparung. Eine besonders starke dauerhafte Absenkung des Kesselwassertemperaturniveaus-insbesondere bei großen Anlagen und dann um mehr als etwa 5 °C oder etwa 8 °C - kann sich auf den Komfort spürbar auswirken, da der obere Temperaturgrenzwert nur noch punktuell erreicht wird und die Hauptwassermenge sich auf ein abgesenktes Temperaturniveau, die Absenkbetriebstemperatur, einpendelt und sich die Brennerstillstandszeit auf die reine erzwungene Verzögerungszeit reduziert; das erfordert dann übermäßig lange Brennerlaufzeiten und daher einen übermäßig hohen Primärenergieverbrauch, um nur kurz den oberen Brennerabschalttemperaturgrenzwert zu erreichen. Der optimale Energieeinsparbereich ist dann bereits überschritten.

[0020] Eine noch stärkere Absenkung des Energieverbrauchs wird jedoch überraschenderweise erreicht, wenn die Zeitabstände von einem Brennerstart bis zum nächsten Brennerstart oder die Zeiten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung in einer Reihe von oder bei allen aufeinanderfolgenden Zyklen nicht gleich groß sind, sondern variiert werden, bevorzugt häufig variiert werden, insbesondere regelmäßig oder unregelmäßig, modulierend, statistisch, quasistatistisch - z.B. mit gespeicherten Zufallszahlen rechnend, die immer wieder bei den gleichen Zufallszahlen neu beginnen - oder nach anderen Rechenregeln. Eine besonders hohe Energieeinsparung wird überraschenderweise erreicht, wenn der Zeitabstand von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart oder die Verzögerung des Brennerstarts nach Thermostatanforderung ständig variiert wird, d.h. von Zyklus zu Zyklus. Vorzugsweise wird der Zeitabstand oder/und die Verzögerungszeit für jede Brennerstartanforderung neu bestimmt. Durch die Variation der Verzögerung kann sich die Kesselanlage nicht auf ein konstantes Regelverhalten einspielen, sondern muß sich häufig oder ständig individuell an verschieden große aufzuheizende Wassermengen je Zeiteinheit anpassen; die Zeiteinheit umfaßt hierbei 1 oder bis zu 6 Zyklen, um die Anpassung der Anlage wahrnehmen zu können.

[0021] Wenn variierte Zeitabstände von einem Brennerstart bis zum nächsten Brennerstart vorgegeben werden, so betragen die Zeitabstände im Durchschnitt mindestens 3 Minuten, vorzugsweise mindestens 5 Minuten, insbesondere mindestens 8 Minuten, besonders bevorzugt mindestens 10 Minuten, noch weiter bevorzugt von mindestens 14 oder mindestens 16 Minuten, meistens bis zu 120 Minuten, vorzugsweise bis zu 60 Minuten, insbesondere bis zu 40 Minuten, besonders bevorzugt bis zu 25 Minuten. Es können jedoch auch längere Zeitabstände wie z.B. im Durchschnitt mindestens 12 oder mindestens 15 Minuten zum Tragen kommen.

[0022] Wenn variierte Zeiten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung vorgegeben werden, so betragen die zusätzlichen Zeitabstände im Durchschnitt mindestens 1 Minute, vorzugsweise mindestens 2 Minuten, insbesondere mindestens 4 Minuten, besonders bevorzugt mindestens 10 Minuten, ganz besonders bevorzugt mindestens 16 Minuten, meistens bis zu 40 Minuten, vorzugsweise bis zu 30 Minuten, insbesondere bis zu 15 Minuten, ggbfs. sogar bis zu 12 Minuten. Bei großen Anlagen liegt die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung

bevorzugt im Durchschnitt in der Größenordnung von 2,5 bis 6,5 Minuten, besonders bevorzugt bei 3,5 bis 5 Minuten, bei kleinen Anlagen jedoch bevorzugt im Durchschnitt in der Größenordnung von 6 bis 12 Minuten, besonders bevorzugt bei 7 bis 10 Minuten.

[0023] Wenn variierte Zeitabstände von einem Brennerstart bis zum nächsten Brennerstart oder variierte Zeiten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung vorgegeben werden, so variieren die variablen Zeitabstände um den Mittelwert dieser Zeitabstände um mindestens ± 1 Minute, vorzugsweise um mindestens ± 2 Minuten, insbesondere um mindestens ± 4 Minuten, besonders bevorzugt um mindestens ± 6 Minuten, ganz besonders bevorzugt um mindestens ± 8 oder um bis zu ± 30 Minuten, meistens um bis zu ± 20 Minuten, vorzugsweise um bis zu ± 15 Minuten, insbesondere um bis zu ± 10 Minuten.

[0024] Die Absenkung des Energieverbrauchs beträgt für ein Verfahren mit variierten Zeitabständen meistens 3 bis 35 %. Hierbei kann die Zahl der Zyklen pro 24 h meistens um 25 bis 50 % gesenkt werden.

[0025] Alternativ ist es auch möglich, ein Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage zu wählen, bei dem der untere Temperaturgrenzwert geregelt und dabei variiert vorgegeben wird, insbesondere ab Brennerstartanforderung oder/und bei dem die Absenkung der Kesselwassertemperatur als Regelgröße verwendet und dabei variiert vorgegeben wird.

Diese Verfahren haben grundsätzlich die gleiche Wirkung wie die zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren und lassen sich auch auf die gleiche Art und Weise verzögern. Die Regelung bzw. Beeinflussung oder Abänderung der Regelung oder Steuerung durch diese Verfahren erfordert jedoch einen höheren Aufwand.

[0026] Wenn der untere Temperaturgrenzwert oder/und die Kesselwassertemperaturabsenkung geregelt wird, dann funktioniert das bei kleinen Temperaturniedrigungen gut. Die Energieeinsparung ist jedoch meistens geringer als bei der erfindungsgemäßen Zeitverzögerung.

[0027] Wenn der untere Temperaturgrenzwert geregelt oder/und die Kesselwassertemperaturabsenkung als Regelgröße variiert vorgegeben wird, so beträgt die Temperaturniedrigung im Vergleich zum konventionellen Verfahren im Durchschnitt mindestens 2 °C, vorzugsweise mindestens 3 °C, insbesondere mindestens 5 °C, u.U. mindestens 7 °C, meistens bis zu 10 °C, vorzugsweise bis zu 8 °C. Wenn der untere Temperaturgrenzwert oder/und die Temperaturabsenkung variiert vorgegeben wird, so beträgt die Temperaturvariation im Durchschnitt mindestens 1 °C, vorzugsweise mindestens 2 °C, insbesondere mindestens 4 °C, u.U. mindestens 6 °C, meistens bis zu 10 °C, vorzugsweise bis zu 8 °C.

[0028] Die Regelung bei diesen erfindungsgemäßen Verfahren ist jedoch schwieriger als bei der Zeitverzögerung. Sie ist spezifisch an die Anlage und ihre Betriebsbedingungen anzupassen.

[0029] Grundsätzlich kann die Zeit bis zum Brennerstart, der untere Temperaturgrenzwert oder/und die Kesselwassertemperatur für eine erfindungsgemäße Regelung genutzt werden, um eine stärkere Absenkung der Kesselwassertemperatur unter Nutzung einer stärkeren Zeitverzögerung bis zum Brennerstart, die beide miteinander gekoppelt sind, zu erzielen. Der Grad der Absenkung der Kesselwassertemperatur kann vorzugsweise proportional zur Außentemperatur oder/und zum Wärmebedarf erfolgen. Wenn die Absenkung der Kesselwassertemperatur als Regelgröße verwendet wird und wenn dabei variierte Werte für die Absenkung vorgegeben werden, kann jede beliebige variierte Absenkung verwendet werden. Die Absenkung der Kesselwassertemperatur kann auf die gleichen Arten wie die Variation der Verzögerung variiert werden.

[0030] Vorzugsweise wird der untere Temperaturgrenzwert, die Absenkung der Kesselwassertemperatur oder die Variation der Absenkung der Kesselwassertemperatur für jede Brennerstartanforderung neu bestimmt.

[0031] Die bisherigen Versuche haben angedeutet, daß die Regelung über die zeitliche Beeinflussung oder Verzögerung effizienter oder/und einfacher ist als die Regelung über den unteren Temperaturgrenzwert oder die Temperaturabsenkung. Außerdem scheint eine Regelung des unteren Temperaturgrenzwerts oder der Temperaturabsenkung schwieriger technisch durchzuführen zu sein als der Zeitverzögerung.

[0032] Bei allen diesen erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, eine Energieeinsparung zu erzielen; hierbei kann ein Optimum der Energieeinsparung erreicht werden. Die Energieeinsparung ist in der Regel mit einer Verringerung der Zyklen je 24 h und einer Verlängerung der Brennerlaufzeit pro Zyklus verbunden. Aufgrund der längeren Zeiten bis zum nächsten Brennerstart tritt ein Temperaturabfall des Kesselwassers auf. Die Energieeinsparung ist bei allen Verfahren um so höher, je mehr latente Wärme einschließlich der Kernwärme genutzt wird, die innerhalb kurzer Zeit wieder aufgebaut werden kann. Wenn dieser Wärmeentzug der Kernwärme über etliche Zyklen zu stark ist und nicht schnell wieder ersetzt werden kann, kann es zu einer Einschränkung des Komforts kommen. Vorzugsweise werden die erfindungsgemäßen Verfahren so genutzt, daß die jeweiligen Werte variiert werden, so daß einerseits kurzzeitig Kernwärme entzogen wird, aber anschließend schnell wieder ersetzt werden kann. Hierfür ist insbesondere eines der modulierenden Verfahren besonders bevorzugt.

[0033] Grundsätzlich können an einer Anlage gleichzeitig kombiniert, im Wechsel oder nacheinander verschiedene erfindungsgemäße Verfahren angewandt werden. Hierdurch wird die Beeinflussung der Regelung oder Steuerung oder ihre Abänderung nur aufwendiger, ohne eine deutlich höhere Energieeinsparung über die eines einzelnen, viel Energie einsparenden erfindungsgemäßen Verfahrens hinaus erwarten zu können.

[0034] Die variierten Zeitabstände, die variierten Verzögerungszeiten, die variierten unteren Temperaturgrenzwerte

oder die variierten Temperaturabsenkungen variieren vom Maximalwert aus häufig um mindestens 5 %, vorzugsweise durchschnittlich mindestens alle 20 Brennzyklen, besonders bevorzugt durchschnittlich mindestens alle 12 Brennzyklen, ganz besonders durchschnittlich mindestens alle 8 Brennzyklen, vor allem durchschnittlich mindestens alle 5 Brennzyklen. Die Modulationstiefe, mit der die jeweiligen Werte zwischen Maximalwert und Minimalwert differieren, beträgt mindestens 5 % z.B. des Ausgangswertes des Brennerstartpunktes ohne zeitliche Verzögerung bzw. ohne Temperaturabsenkung für die maximale Variation der zeitlichen Verzögerung bzw. der Temperaturabsenkung, vorzugsweise mindestens 15 %, besonders bevorzugt mindestens 25 %, ggbls. sogar mindestens 40 % des Maximalwerts der Verzögerung, u.U. sogar bis zu bis 100 %. Die Modulation kann beispielsweise über eine Programmeinheit oder einen Mikroprozessor vorgegeben werden. Mit der Modulation kann eine Betriebsweise der Kesselanlage erreicht werden, bei der die Betriebsbedingungen ständig schwanken, was sich in mehrfacher Hinsicht vorteilhaft auswirkt. Die Modulation bewirkt eine leistungsangepaßte Betriebsweise der Kesselanlage, u.U. die Anwendung der jeweils sparsamsten Betriebsweise.

[0035] Vorzugsweise sollte modulierend variiert und spätestens nach 5 Zyklen mit gleichem Wert wie z.B. Verzögerungswert ein geänderter (= variiertes) Wert gewählt werden, insbesondere spätestens nach 3 Zyklen mit gleichem Wert. Die Modulationstiefe sollte über 5 Zyklen vorzugsweise insgesamt mindestens 10 % betragen, insbesondere mindestens 20 %, besonders bevorzugt mindestens 30 %.

[0036] Versuche haben gezeigt, daß mit einer Modulation über 100 oder viel mehr Zyklen, nach denen wieder mit der gleichen Modulation von vorn begonnen wird, oder mit immer unregelmäßig variierten Werten üblicherweise kein Vorteil erzielt wird gegenüber einer vergleichbaren Modulation z.B. über 12 Zyklen, die anschließend immer wieder in gleicher Weise für 12 Zyklen von vorn beginnt.

[0037] Tabelle 1 zeigt beispielhaft Modulationen zur Variation der Verzögerung oder einer Temperaturabsenkung, bei denen der 100 %-Wert einer Zeitverzögerung z.B. 6 oder 17 Minuten bzw. der 100 %-Wert einer Temperaturabsenkung z.B. 2 oder 10 °C entsprechen kann. Nach z.B. 8, 12 oder 16 Zyklen wiederholen sich die gleichen Werte wieder von vorn.

Tabelle 1

Beispiele für die Modulation variierten Verzögerungen, variierten Regelung des unteren Temperaturgrenzwertes bzw. der variierten Temperaturabsenkung:	
Modulation A (8 Zyklen):	100 % - 70 % - 88 % - 65 % - 92 % - 75 % - 89 % - 72 % ...
Modulation B (16 Zyklen):	100 % - 65 % - 85 % - 50 % - 65 % - 30 % - 80 % - 55 % - 90 % - 45 % - 80 % - 35 % - 65 % - 30 % - 75 % - 60 %...
Modulation C (12 Zyklen):	100 % - 85 % - 70 % - 79 % - 88 % - 76 % - 65 % - 77 % - 92 % - 83 % - 75 % - 88 % ...
Modulation D (16 Zyklen):	100 % - 70 % - 70 % - 88 % - 88 % - 65 % - 65 % - 92 % - 92 % - 75 % - 75 % - 89 % - 89 % - 72 % - 72 % - 100 % ...
Modulation E (12 Zyklen):	100% - 45% - 75% - 30% - 90% - 50% - 70% - 40% - 80% - 35% - 85% - 20% ...

[0038] Es haben sich insbesondere Modulationen bewährt, bei denen die Werte von Zyklus zu Zyklus variiert werden. Vorzugsweise variieren hierbei die Werte zwischen einem Maximal- und einem Minimalwert von Zyklus zu Zyklus. Ganz besonders bevorzugt beträgt hierbei die Summe aus zwei aufeinanderfolgenden Werten 100 bis 170%, insbesondere 110 bis 150%.

[0039] Ziel der Modulation ist, den Temperaturverlauf über die Zeit möglichst flach einzustellen, also ohne größere Temperaturspitzen und ohne tiefere Temperaturtäler.

[0040] Auch in ähnlicher Weise kann z.B. in regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrender Folge, innerhalb einer Folge regelmäßig oder unregelmäßig variierend, modulierend, statistisch, quasistatistisch oder nach anderen Rechenregeln eine ähnliche Wertefolge für Verzögerungszeiten vorgegeben werden. Die Variation kann alternativ oder zusätzlich zu einer Modulation beim Unter- oder/und Überschreiten von Grenzwerten z.B. der Brennerlaufzeit durch Verlängern oder Verkürzen z.B. der Verzögerungszeit erfolgen.

[0041] Ein einfaches und effektives erfindungsgemäßes Verfahren geht solange von den Werten einer bestimmten Variation der Zeitabstände aus, solange die Brennerlaufzeit bestimmte Zeitabstände nicht unter- und nicht überschreitet. Beim Unterschreiten einer Brennerlaufzeit von z.B. 320 Sekunden wird die variierte Verzögerungszeit um durchschnittlich z.B. 2 oder 3 Minuten hochgesetzt, z.B. durch Übergang von einer Modulation zu einer höheren. Diese Variation der Verzögerungszeit wird dann für die folgenden Zyklen beibehalten. Beim Überschreiten einer Brennerlaufzeit von z.B. 720 Sekunden wird die gewählte Variation der Verzögerungszeit dann um durchschnittlich z.B. 3 oder 2 Minuten herabgesetzt. Jene Variation der Verzögerungszeit wird dann für die folgenden Zyklen beibehalten. Beim

Unter- bzw. Überschreiten der eingestellten Brenneraufzeitgrenzen wird die variierte durchschnittliche Verzögerungszeit entsprechend verlängert bzw. verkürzt. Dieses Verfahren kann in entsprechend abgewandelter Weise auch für die anderen erfindungsgemäßen Verfahren verwendet werden.

[0042] Allgemein gilt für die erfindungsgemäßen Verfahren, daß alle diese zuvor aufgeführten Zeitabstände bzw. ihre Variabilität individuell je nach Kesselgröße und Betriebsbedingungen unterschiedlich sind. Sie variieren auch sehr in Abhängigkeit von den über den Tagesverlauf und den Wetterzyklus schwankenden Außen- bzw. Innentemperaturen, den Temperaturabsenkphasen, der Wärmeabforderung, insbesondere der Zahl der beheizten Räume, usw.. Die Verzögerung ist individuell der Anlagengröße, den momentanen Betriebsbedingungen, der Außentemperatur, den Komfortansprüchen, der Raumausstattung und auch dem Kesselwasserabnahmevermögen, also dem Wärmebedarf, anzupassen. Alle diese erfindungsgemäßen Verfahren führen zu einer Verringerung der Zahl der Brennerstarts pro Zeiteinheit und zu einer Vergleichmäßigung der Temperaturen innerhalb des Kessels bzw. über lange Zeiträume. Bei Kesselanlagen, die der Heizung und Brauchwassererwärmung dienen, kann es sein, daß nur das Heizungsverfahren erfindungsgemäß ausgeführt wird.

[0043] Durch eine längere konstante oder im wesentlichen konstante bzw. durch eine variierte Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung, durch eine Variation der Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart, durch eine Regelung und variierte Vorgabe des unteren Temperaturgrenzwerts bzw. durch eine variierte Temperaturabsenkungsregelung wird erreicht, daß die Kesselwassertemperatur vorzugsweise um 1 bis 25 °C, insbesondere um 2 bis 10 °C, meistens um etwa 3 bis 6 °C bei den üblicherweise unter vergleichbaren Bedingungen gewählten unteren Temperaturgrenzwert und damit unter den üblicherweise gewählten Einschaltzeitpunkt für den Brenner abfällt, bevor der Brenner gestartet wird.

[0044] Grundsätzlich kann die Temperatur am Brennerstartzeitpunkt erfindungsgemäß je nach Anlage und Betriebsbedingungen etwa zwischen 10 und 100 °C liegen. Bei Heizungsanlagen mit einem Gußkessel kann der Brennerstart aufgrund der Brennerstartverzögerung bei Kesselwassertemperaturen von 10 bis 100 °C eingeleitet werden, vorzugsweise bei 25 bis 90 °C, insbesondere bei 45 bis 75 °C, besonders bevorzugt bei 50 bis 70 °C. Bei Brauchwassererwärmungsanlagen wird die Zündung des Brenners aufgrund der Brennerstartverzögerung bei Kesselwassertemperaturen vorzugsweise von 40 bis 80 °C vorgenommen, insbesondere bei 45 bis 75 °C, besonders bevorzugt bei 50 bis 70 °C - je nach den Bedürfnissen für eine bestimmte Wassermenge und -temperatur, je nach Anlage und Betriebsbedingungen. Bei Anlagen mit einem Stahlkessel wird der Brenner jedoch bei Kesselwassertemperaturen von vorzugsweise mindestens 50 °C gestartet. Die Brennerstarttemperaturen sind auf Dauerbetrieb bezogen. Bei Anlagen mit einem Aluminiumkessel wird der Brenner vorzugsweise wie bei Anlagen mit einem Stahlkessel betrieben.

[0045] Die erfindungsgemäßen Verfahren führen jedoch nicht zu einer Beeinträchtigung des Komforts, also nicht zu einer Erniedrigung der Raumtemperatur bzw. der Brauchwassertemperatur, solange die Verzögerungszeiten bzw. Zeitabstände nicht extrem lang bzw. die Regelung des unteren Temperaturgrenzwerts oder die Temperaturabsenkung sehr groß gewählt werden. Alle diese Verfahren haben ein Optimum der Energieersparnis, das mit der optimalen Vergleichmäßigung des Temperaturverlaufs verbunden ist.

[0046] Vorzugsweise wird die Brennerlaufzeit in einem Zyklus mit einem der erfindungsgemäßen Verfahren möglichst lang erstreckt. Hierbei kann es besonders vorteilhaft sein, die Brennerleistung während der Brennerlaufzeit an die jeweils erforderliche Leistung anzupassen, so daß die Leistung innerhalb der Brennerlaufzeit kontinuierlich reduziert wird.

[0047] Vorzugsweise wird die latent vorhandene Wärme einschließlich der Kernwärme des Wasservorrats während der Brennerstillstandszeit genutzt. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die latent gespeicherte Wärme oft in größerem Ausmaß genutzt. Die latente Wärme ist insbesondere in der Kernwärme des Heizwassers, aber auch in der Anlage und in den zu heizenden Räumen gespeichert. Die Kernwärme ist die Wärme in der Masse des Wasservorrats der Anlage. Bei den erfindungsgemäßen Verfahren sollte die Kernwärme des Wasservorrats üblicherweise nicht abgesenkt werden. Je größer die Leistung der Anlage und die Wasserdurchsatzmenge pro Zeiteinheit ist, desto mehr empfiehlt sich ein großer Kesselwasservorrat (Pufferspeicher), aus dem die latente Wärme genutzt werden kann. Der Kesselwasservorrat beträgt bei kleinen Heizungsanlagen etwa 15 bis 100 l, bei mittelgroßen Heizungsanlagen etwa 60 bis 300 l und bei großen Heizungsanlagen etwa 250 bis 1000 l.

[0048] Die Einsparung an Primärenergie ist bei großen Anlagen oft geringer wegen des hohen Heizwasserdurchsatzes pro Zeiteinheit, also hoher Pumpleistung, und des vergleichsweise geringeren Vorrats an latenter Wärme (Wärme-puffer). Grundsätzlich ist die Einsparung an Primärenergie bei einer bestimmten Anlage höher, je stärker die Anlage genutzt wird, je mehr Wärme abgefordert wird. Sie ist auch höher, je gleichbleibender Wärme abgefordert wird.

[0049] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren kann

- die Pumpgeschwindigkeit des Kesselwassers an die Höhe der Wassersäule innerhalb eines Anlagenkreislaufes angepaßt werden, z.B. über Druckgesteuerte Pumpen, wodurch die Pumpleistung der Heizkreispumpe elektronisch an den jeweiligen Druck (Höhe der Wassersäule) angepaßt werden kann,
- der Brenner innerhalb einer Brennerlaufzeit je nach Temperaturentwicklung des Kesselwassers mit unterschiedlicher

Brennerleistung gefahren werden,

- das Kesselvolumen oder/und die Kesselnennleistung der Leistungsanforderung innerhalb eines Zyklus angepaßt werden,
- der Öl- bzw. Gasdruck oder/und die Luftmenge innerhalb eines Zyklus an die jeweilige Leistungsanforderung angepaßt werden,
- bei einer kombinierten Heizungs- und Brauchwassererwärmungsanlage das Heizungs- und das Brauchwasser im Parallelbetrieb und nicht im Warmwasservorrangbetrieb genutzt werden.

[0050] Die Erfindung bietet folgende Vorteile:

- geringerer Primärenergieverbrauch durch insgesamt weniger Brennerstunden pro Jahr
- trotz gleichen Komforts bezüglich Heizungswärme, Brauchwasser usw.
- bessere Nutzung der latenten, bereits vorhandenen Wärme
- bessere Abgaswerte durch längere Brennerlaufzeiten pro Zyklus mit insgesamt geringerem Primärenergieverbrauch,
- weniger Startemissionen, weil weniger Brennerstarts,
- ggbs. geringere Verrußung der Anlage durch weniger Brennerstarts,
- stärkere Schonung der Anlage durch geringere Zahl an Brennerstarts und gleichmäßigere Temperaturen innerhalb des Kessels bzw. über lange Zeiträume.

Beispiele:

[0051] Alle in dieser Anmeldung aufgeführten Versuche wurden über eine Betriebszeit von 2 bis 4 Stunden ohne Leistungsabsenkung durchgeführt und auf einen 24 Stunden-Betrieb hochgerechnet. Die hochgerechneten Werte geben daher eine Abschätzung über das Verhalten im langfristigen Dauerbetrieb. Genaue Werte sind in Vergleichsversuchen mit langfristigem Dauerbetrieb schwierig zu erfassen, da die Betriebsbedingungen schon im 24 h-Betrieb in Abhängigkeit von den über 24 h schwankenden Außen- und Innentemperaturen, der Absenkungsregelung und der Wärmeabforderung relativ stark variieren. Die Temperaturwerte wurden bei allen Versuchen digital am Kesselvorlauf gemessen - außer bei den Beispielen 21 bis 23, bei denen sie am Heizungsvorlauf hinter dem Mischer gemessen wurden, in dem auch kühleres Rücklaufwasser dem heißen Kesselvorlaufwasser beigemischt worden war.

[0052] In Tabelle 2 werden Ergebnisse von Versuchen an Heizungsanlagen beispielhaft wiedergegeben, um den Einfluß unterschiedlicher Heizungsanlagen und Betriebsbedingungen anzudeuten.

Tabelle 2: Ergebnisse an Heizungsanlagen, die im Vergleich konventionell ohne Verzögerung bzw. erfindungsgemäß mit modulierend variiert Verzögerung betrieben wurden.

Beispiel	1	2	3	4	5	6
Heizungsanlage: 3, Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung: 1, 2, 5, 6 Warmwasserbereitungsanlage: 4 alle mit HeizCeram und Öl befeuert	25 kW, Anlage A	30 kW, Anlage B	40 kW, Anlage C	450 kW, Anlage D	1000kW, Anlage E	1000kW, Anlage F
konventioneller Betrieb:						
% Brennerlaufzeit über 24 h	14 %	27 %	72 %	36 %	72 %	32 %
Zahl der Zyklen über 24 h	33	62	106	96	106	192
mittlere Brennerlaufzeit/Zyklus, min	6,0	6,4	9,8	5,4	9,8	2,4
mittl. Brennerstillstandszeit/Zykl., min	38,0	16,9	3,8	9,6	3,8	5,1
durchschnittliche Zykluslänge, min	44,0	23,3	13,6	15,0	13,6	7,5
Brenndauer über 24 h, h	3,4	6,5	17,3	8,6	17,3	7,7
Betrieb mit Verzögerung (erfindungsgemäß):						
durchschnittliche Verzögerung, min	10	10	10	3,5	3,5	5,5
% Brennerlaufzeit über 24 h	11 %	19 %	56 %	30 %	53 %	22 %
Zahl der Zyklen über 24 h	26	42	72	54	67	105
mittlere Brennerlaufzeit/Zyklus, min	6,2	6,6	11,2	8,0	11,4	3,1
mittl. Brennerstillstandszeit/Zykl., min	48,8	27,5	8,8	18,8	9,8	10,5
durchschnittliche Zykluslänge, min	55,0	34,1	20,0	26,8	21,2	13,6
Brenndauer über 24 h, h	2,6	4,6	13,4	7,2	12,7	5,3
Verbesserung aufgrund der Verzögerung:						
kürzere Brennerdauer über 24 h, h	0,8	1,9	3,9	1,4	4,6	2,4
% weniger Zyklen über 24 h	22 %	33 %	32 %	44 %	37 %	54 %
weniger Zyklen über 24 h	7	20	34	42	39	87
% längere Brennerlaufzeit/Zyklus	3 %	4 %	14 %	48 %	40 %	22 %
längere Brennerlaufzeit/Zyklus, min	0,17	0,22	1,4	2,6	1,7	0,65
% größere mittlere Zykluslänge	20 %	32 %	47 %	79 %	37 %	45 %
größere mittlere Zykluslänge, min	11,0	10,8	6,4	11,8	7,7	6,1
% weniger Primärenergieverbrauch	22 %	30 %	18 %	16 %	26 %	32 %

[0053] Die Höhe der Primärenergieeinsparung ist in erster Linie von den Betriebsbedingungen der Heizung abhängig. Der geringste Primärenergieverbrauch und die geringste Schadstoffbelastung tritt in der Regel bei erfindungsgemäßem Betrieb mit einem energiesparenden Einsatz im Kessel auf.

Tabelle 3

	Temperatur-Zeit-Verhalten bei Versuchen ohne Verzögerung sowie mit konstanter bzw. modulierend variiert Verzögerung im Vergleich.												
5	Beispiel	11		12		13		21		22		23	
	Kesselan- lage Öl- befeuert	30 kW-Heizungsanlage G mit Warmwasserbe- reitung, mit HeizCeram						1000 kW-Anlage H mit Warmwasserbereitung, mit HeizCeram					
10	Verzögerung	a) keine		b) 10 min		c) modulierend		a) keine		b) 6,5 min		c) modulierend	
		°C	min	°C	min	°C	min	°C	min	°C	min	°C	min
15	Brennerstart	58	5,1	58	5,1	58	5,1	51,5	2,4	51,2	2,5	51,6	2,5
	Brennerstop	69	12,2	69	21,9	69	22,0	54,7	5,1	54,6	10,5	54,8	10,4
	Brennerstart	58	5,1	53	6,9	53	6,8	51,4	2,4	47,0	4,1	47,2	3,6
	Brennerstop	70	12,4	69	20,9	70	18,0	54,4	4,8	54,3	9,9	54,5	8,4
20	Brennerstart	57	5,4	52	7,1	55	6,3	50,4	2,5	46,5	5,2	47,8	3,4
	Brennerstop	69	12,7	68	19,7	69	18,9	54,5	4,7	53,8	9,8	54,8	9,7
	Brennerstart	58	5,0	51	7,4	54	6,5	50,8	2,4	46,1	5,6	47,1	3,5
	Brennerstop	68	12,1	68	19,5	68	16,4	54,8	4,8	53,6	9,5	54,2	7,6
25	Brennerstart	59	5,1	50	7,6	55	5,8	51,2	2,5	45,9	5,9	48,9	3,0
	Brennerstop	70	12,2	68	19,1	69	20,8	54,9	5,1	53,5	9,1	55,0	10,2
	Brennerstart	58	5,1	49	7,7	53	6,7	50,9	2,4	45,6	6,3	47,2	3,8
30	Brennerstop	69	12,3	67	18,7	68	17,6	54,6	4,9	53,2	8,9	54,6	7,9
	Brennerstart	59	5,1	49	7,9	54	6,6	51,0	2,5	45,0	6,7	47,8	3,2
	Brennerstop	69	12,2	68	18,3	69	19,0	54,1	4,9	53,3	8,5	55,0	9,1
35	Brennerstart	-	-	-	-	-	-	51,2	2,6	44,7	6,9	47,5	3,5
	Brennerstop	-	-	-	-	-	-	54,0	5,1	53,1	8,5	54,9	6,8

[0054] In den Beispielen 11 und 21 (Vergleichsbeispiele) werden die Temperaturen des verzögerten Brennerstartpunktes und des oberen Temperaturgrenzwertes, an dem der Brenner ausgeschaltet wird, in etwa über die Versuchsdauer beibehalten. Durch die erzwungene Verzögerung über 10 bzw. 6,5 Minuten in den Beispielen 12 und 22 (Vergleichsbeispiele) kommt es trotz einer gewissen Optimierung der Versuchsbedingungen über die Versuchsdauer zu einem deutlichen Temperaturabfall des verzögerten Brennerstartpunktes und zu einem geringfügigen Temperaturabfall des oberen Temperaturgrenzwertes. Der deutliche Temperaturabfall des verzögerten Brennerstartpunktes ist nachteilig, da die Einschalttemperatur kontinuierlich abfällt und dadurch auf Dauer der Komfort ein wenig abnimmt und der Primärenergieverbrauch kontinuierlich zunimmt. Die Brennerlaufzeit pro Zyklus nimmt hierbei stark zu, während die Brennerstillstandszeit von Zyklus zu Zyklus meistens weiter abnimmt. Dennoch ergibt sich hierbei für die 30 kW-Anlage eine Einsparung des Primärenergieverbrauchs um 10 %. Bei der 1000 kW-Anlage ist die konstante Verzögerung um jeweils 6,5 Minuten trotz optimierter Versuchsbedingungen sogar von erheblichem Nachteil, da die pro Stunde durchgesetzte Wassermenge sehr groß und die zur Verfügung stehende latente Wärme nicht ausreichend ist, so daß der Primärenergieverbrauch gegenüber dem Beispiel 21 sogar um 12 % anstieg. Bei den erfindungsgemäßen Beispielen 13 und 23 ist der Temperaturabfall nicht konstant gleich und beeinflußt somit eine ständig wechselnde Heizwassermenge, die sich damit auf dem nahezu gleichen Temperaturniveau halten kann, was gleichbleibenden Komfort mit geringerem Primärenergieeinsatz bedeutet. Aufgrund der Verwendung der Modulation E, bei der immer abwechselnd deutlich längere und kürzere Verzögerungszeiten vorgegeben werden, ist ein steter Wechsel von einer längeren zu einer kürzeren Brennerlaufzeit pro Zyklus und umgekehrt sowie von einer kürzeren zu einer längeren Brennerstillstandszeit von Zyklus zu Zyklus und umgekehrt erkennbar. Die ermittelte Einsparung des Primärenergieverbrauchs lag bei diesen Versuchen sogar bei 16 bzw. 12 %.

Tabelle 4

5	Ergebnisse an Heizungsanlagen, die mit konstanter bzw. modulierend variierter Verzögerung betrieben wurden. In Ergänzung von Tabelle 3.						
	Beispiel	11	12	13	21	22	23
10	Öl-Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung, mit HeizCeram	30 kW-Anlage G			1000 kW-Anlage H		
	Verzögerung:	a) keine	b) konstant 10 min	c) 10 min	a) keine	b) konstant 6,5 min	c) 3,5 min
	b) konstant						
15	c) modulierend durchschnittlich						
	% Brennerlaufzeit über 24 h	29,4 %	26,4 %	24,8 %	33,3 %	36,5 %	27,3 %
	Zahl der Zyklen über 24 h	83	54	57	195	98	119
20	mittlere Brennerlaufzeit/Zyklus, min	5,1	7,1	6,3	2,5	5,4	3,3
	mittl. Brennerstillstandszeit/Zykl., min	12,3	19,7	18,9	4,9	9,3	8,8
25	durchschnittliche Zykluslänge, min	17,4	26,8	25,2	7,4	14,7	12,1
	Brenndauer über 24 h, h	7,08	6,38	5,94	8,02	8,78	6,57
	Verbesserung:	12 zu 11	13 zu 12	13 zu 11	22 zu 21	23 zu 22	23 zu 21
30	kürzere Brennerlaufzeit über 24 h, h	0,70	0,44	1,14	- 0,76	2,21	1,45
	% weniger Zyklen über 24 h	35 %	- 6 %	31 %	50 %	- 21 %	39 %
	weniger Zyklen über 24 h	29	- 3	26	97	- 21	76
35	% längere Brennerlaufzeit/Zyklus	39 %	- 11 %	24 %	116 %	- 20 %	32 %
	längere Brennerlaufzeit/Zyklus, min	2,0	- 0,8	1,2	2,9	- 1,1	0,8
40	% größere durchschnittl. Zykluslänge	54 %	- 6 %	45 %	99 %	- 18 %	64 %
	größere mittlere Zykluslänge, min	9,4	- 1,6	7,8	7,3	- 2,6	4,7
45	% weniger Primärenergieverbrauch	10 %	7 %	16 %	- 12 %	21 %	12 %

50 **[0055]** Die Versuchsergebnisse der Tabelle 4 zeigen, daß meistens eine Verlängerung der durchschnittlichen (= mittleren) Brennerstillstandszeit pro Zyklus gegenüber dem konventionellen Betrieb ohne Zeitverzögerung von Vorteil ist, aber unter bestimmten Betriebsbedingungen auch eine geringe Verkürzung dieser Zeiten noch etwas vorteilhaft sein kann.

55 **[0056]** Die Anlage H ist für derartig große Leistungen ausgelegt, daß die zu erhitzende und durchströmende Wassermenge für die Beheizung und Warmwasserversorgung von ca. 150 Wohneinheiten ausreicht. Aufgrund der großen Wassermengen zeigt eine solche Anlage ein deutlich anderes Verhalten als eine vergleichbare Anlage mit z.B. 30 kW Leistung, wie sie oft für Ein- oder Zweifamilienhäuser eingesetzt wird. Allerdings würde eine Anlage mit 30 kW Leistung auch bei geeigneten Bedingungen für vier bis fünf Wohneinheiten ausreichen. Selbst eine Verlängerung der konstanten Zeitverzögerung von 6,5 (Beispiel 22) auf z.B. 10 Minuten würde bei der Anlage H eher für noch schlechtere Ergeb-

nisse führen, da das Wärmeangebot einschließlich der latenten Wärme hierfür nicht mehr ausreicht.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, daß konstante oder im wesentlichen konstante Zeiten von durchschnittlich mehr als 15 Minuten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung einer geregelten Kesselanlage vorgegeben werden.
- 10 2. Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, daß variierte Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart von im Durchschnitt mindestens 3 Minuten vorgegeben werden.
- 15 3. Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, daß variierte Zeiten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung von im Durchschnitt mindestens 1 Minute vorgegeben werden.
- 20 4. Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Temperaturgrenzwert geregelt und dabei variiert vorgegeben wird.
- 25 5. Verfahren zum Betreiben einer Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Absenkung der Kesselwassertemperatur als Regelgröße verwendet und dabei variiert vorgegeben wird.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß variierte Zeitabstände, Verzögerungszeiten, Temperaturgrenzwerte bzw. Kesselwassertemperaturabsenkungen vorgegeben werden, die um den Mittelwert dieser Zeitabstände, Verzögerungszeiten, Temperaturgrenzwerte bzw. Kesselwassertemperaturabsenkungen um mindestens ± 1 Minute variieren.
- 35 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die variierten Werte vom Maximalwert aus häufig um mindestens 5 % variieren.
- 40 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeiten für die Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung, die Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart, die Temperaturgrenzwerte bzw. die Kesselwassertemperaturabsenkungen regelmäßig oder unregelmäßig, statistisch, quasistatistisch, modulierend oder nach anderen Rechenregeln oder/und beim Unter- oder/und Überschreiten von Grenzwerten variiert werden
- 45 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitabstand, die Verzögerungszeit, der untere Temperaturgrenzwert oder/und die Absenkung der Kesselwassertemperatur bzw. ihre Variation für jede Brennerstartanforderung neu bestimmt wird.
- 50 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitabstand, die Verzögerungszeit, der untere Temperaturgrenzwert oder/und die Absenkung der Kesselwassertemperatur modulierend variiert wird und daß spätestens nach 5 Zyklen eine geänderte Zeit, ein geänderter Temperaturgrenzwert oder/und eine geänderte Absenkung gewählt wird.
- 55 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die latent vorhandene Wärme während der Brennerstillstandszeit genutzt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpgeschwindigkeit des Kesselwassers an die Höhe der Wassersäule innerhalb eines Anlagekreislaufes angepaßt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner innerhalb einer Brennerlaufzeit je nach Temperaturaufbau des Kesselwassers mit unterschiedlicher Brennerleistung gefahren wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Kesselvolumen oder/und die

Kesselnennleistung der Leistungsanforderung innerhalb eines Zyklus angepaßt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Öl- bzw. Gasdruck oder/und die Luftmenge innerhalb eines Zyklus an die jeweilige Leistungsanforderung angepaßt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer kombinierten Heizungs- und Brauchwassererwärmungsanlage das Heizungs- und das Brauchwasser im Parallelbetrieb und nicht im Warmwasservorrangbetrieb genutzt werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennerlaufzeit in einem Zyklus möglichst lang erstreckt wird.

18. Vorrichtung für eine Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung ausgestattet ist mit Komponenten a) zur Verzögerung des Brennerstarts einer geregelten oder gesteuerten Kesselanlage um konstante oder im wesentlichen konstante Zeiten von durchschnittlich mehr als 15 Minuten, b) zur Variation der Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart von im Durchschnitt mindestens 3 Minuten, c) zur Variation der Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung von im Durchschnitt mindestens 1 Minute, d) zur Regelung des unteren Temperaturgrenzwertes und zur varierten Vorgabe des unteren Temperaturgrenzwertes oder/und e) zur Absenkung und Variation der Kesselwassertemperatur mit der Temperaturabsenkung als Regelgröße.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Elektronikeinheit für die Ermittlung oder/und Vorgabe der Verzögerung, des Zeitabstandes, des unteren Temperaturgrenzwertes bzw. der Temperaturabsenkung und ggbfs. einen Speicher für eine oder mehrere Modulationen oder/und eine Programmeinheit für ein oder mehrere Programme umfaßt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß sie über eine Steckeinrichtung an eine Kesselanlage angeschlossen werden kann.

21. Kesselanlage, die zur Wärmeerzeugung, zum Erwärmen von Brauchwasser oder/und zum Heizen geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit einer Vorrichtung versehen ist, die die Regelung oder Steuerung beeinflusst a) durch Verzögerung des Brennerstarts einer geregelten Kesselanlage ab Brennerstartanforderung um konstante oder im wesentlichen konstante Zeiten von durchschnittlich mehr als 15 Minuten, b) durch Variation der Zeitabstände von einem Brennerstart zum nächsten Brennerstart von im Durchschnitt mindestens 3 Minuten, c) durch Variation der Verzögerung des Brennerstarts ab Brennerstartanforderung von im Durchschnitt mindestens 1 Minute, d) durch Regelung des unteren Temperaturgrenzwertes und durch variierte Vorgabe des unteren Temperaturgrenzwertes oder/und e) durch Absenkung und Variation der Kesselwassertemperatur mit der Temperaturabsenkung als Regelgröße.

22. Kesselanlage nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Elektronikeinheit für die Ermittlung der Verzögerung, der Zeitabstände, des unteren Temperaturgrenzwertes bzw. der Temperaturabsenkung und ggbfs. einen Speicher für eine oder mehrere Modulationen oder/und eine Programmeinheit für ein oder mehrere Programme umfaßt.

23. Kesselanlage nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen großen Kesselwasservorrat aufweist.

24. Kesselanlage nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen energiesparenden Einsatz im Kessel aufweist.