

(22) Anmeldetag: 11.11.2020

(74) Vertreter: **Popp, Carsten**
Vaillant GmbH
IRP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)

c) Betreiben des Heizgerätes (100) mit einer sich von der primären Verbrennungsregelung unterscheidenden, sekundären Verbrennungsregelung, wenn eine Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung erfasst wurde.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes zur Beheizung eines Gebäudes, ein Heizgerät zur Beheizung eines Gebäudes sowie eine Verwendung einer Ionisationselektrode.

[0002] Es sind Heizgeräte zur Beheizung eines Gebäudes bekannt, die zur Bereitstellung von Warmwasser (Heizung und/oder Brauchwasser) fossile Brennstoffe verwenden. Unterschiedlichste Umgebungsbedingungen bzw. Störungen können dazu führen, dass die Verbrennungsregelungsstrategie des Heizgerätes an Systemgrenzen stößt. In solchen Fällen kann es zu einem Ausfall der Warmwasserbereitstellung durch das Heizgerät führen.

[0003] Stand der Technik der auf dem Markt bekannten Systeme, ist der Versuch durch Einschränkung des Operationsbereichs des Heizgerätes, dem Kunden so lange wie möglich ein Mindestmaß an Komfort zur Verfügung zu stellen. Ein Abschalten des Gerätes bei Erreichen konzeptbedingter Systemgrenzen der jeweiligen Verbrennungsregelung kann nur bedingt durch Einschränkungen des Arbeitsbereiches verhindert werden, so dass die Kundenzufriedenheit ebenfalls nur bedingt aufrecht erhalten bleibt. In vielen Fällen ist ein Abschalten des Gerätes unabwendbar.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, den Arbeitsbereich eines Heizgerätes zu vergrößern. Zudem soll dem Benutzer insbesondere ein erhöhtes Maß an Komfort zur Verfügung gestellt werden.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche.

[0006] Hierzu trägt ein Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes zur Beheizung eines Gebäudes bei, umfassend folgende Schritte:

- a) Betreiben des Heizgerätes mit einer primären Verbrennungsregelung,
- b) Erfassen einer Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung,
- c) Betreiben des Heizgerätes mit einer sich von der primären Verbrennungsregelung unterscheidenden, sekundären Verbrennungsregelung, wenn eine Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung erfasst wurde.

[0007] Das Verfahren kann insbesondere zur Brenngas-Luft-Einstellung für einen brenngasbetriebenen Brenner eines Heizgerätes dienen. Das Verfahren erlaubt in vorteilhafter Weise bei Ausfall der primären Verbrennungsregelung eine Notbetriebsregelung bereitzustellen. Dies bedeutet mit anderen Worten insbesondere, dass eine vorteilhafte redundante Verbrennungsregelung durch die sekundäre Verbrennungsregelung bereitgestellt wird. Dabei trägt die sekundäre Verbrennungsregelung insbesondere zur Aufrechterhaltung einer mi-

nimalen Heizgerätefunktionalität und somit zu einer Komfortsicherung bei. In diesem Zusammenhang kann die sekundäre Verbrennungsregelung insbesondere auch als ein Komfortsicherungsmodus beschrieben werden.

[0008] Ein Betrieb mit der redundanten (sekundären) Verbrennungsregelung erfolgt insbesondere mit dem Ziel den Arbeitsbereich des Gerätes größtmöglich zu erhalten, bis durch Beseitigung äußerer Störeinflüsse wieder ein ungestörter Betrieb gewährleistet werden kann (Notbetriebsregelung). Eine Vereinigung von mehr als einer Verbrennungsregelung in einem Heizgerät zur Beheizung eines Gebäudes wurde bis dato nicht in Erwägung gezogen, da dies kostenbedingt als nicht erstrebenswert angesehen wurde.

[0009] Im Falle einer Implausibilität oder Störung der primären Verbrennungsregelung (z. B. auf Basis von CO-Sensor, Massenstromsensor und/oder Ionisationselektrode) kann der Warmwasserkomfort durch Verwendung einer anderen, sekundären (redundanten) Verbrennungsregelung, bevorzugt unter Zuhilfenahme einer vorzugsweise kombinierten Zünd- und Überwachungselektrode sichergestellt werden. Dies kann insbesondere durch Anfahren des Flammabhebepunktes, der physikalisch an ein definiertes Gas-Luft-Gemisch-Verhältnis (definiertes Lambda) gekoppelt, ist, erfolgen. Insbesondere durch Erkennung der Signalveränderung bei Flammabhebung und Kenntnis über das vorliegende Lambda bei Abhebung kann eine Ansteuerung von Gebläse und/oder Gasarmatur auf ein Ziellambda ermöglicht werden, wodurch eine vorteilhaft saubere Verbrennung sichergestellt werden kann. Durch in der Regel zyklisches Aufrufen dieses Ablaufes in insbesondere ausreichend kurzen Zeitabständen kann von einem sicheren Regelzustand ausgegangen werden.

[0010] Bei dem Heizgerät handelt es sich in der Regel um ein Gas- und/oder Ölheizgerät. Dies betrifft mit anderen Worten insbesondere ein Heizgerät, welches dazu eingerichtet ist, einen oder mehrere fossile Brennstoffe wie etwa Flüssiggas, Erdgas und/oder Erdöl, ggf. unter Zufuhr von Umgebungsluft aus einem Gebäude zu verbrennen, um Energie zur Erwärmung von beispielsweise Wasser zum Gebrauch in einer Wohnung des Gebäudes zu erzeugen. Beispielsweise kann es sich bei dem Heizgerät um ein sogenanntes Gas-Brennwertgerät handeln. Das Heizgerät weist in der Regel zumindest einen Brenner und eine Fördereinrichtung wie etwa ein Gebläse auf, die ein Gemisch von Brennstoff (Gas) und Verbrennungsluft (durch einen Gemischkanal des Heizgeräts) zum Brenner fördert. Anschließend kann das durch die Verbrennung entstehende Abgas durch ein (internes) Abgasrohr des Heizgeräts zu einer Abgasanlage (eines Hauses) geführt werden. An dieser Abgasanlage sind in der Regel mehrere Heizgeräte angeschlossen.

[0011] Bei dem Gebäude kann es sich grundsätzlich um ein Wohngebäude und/oder ein gewerblich genutztes Gebäude handeln. Das Heizgerät kann dabei insbesondere zur Beheizung nur eines Teils des Gebäudes,

wie etwa einer einzelnen Wohnung oder eines einzelnen Raumes genutzt werden. Alternativ oder kumulativ kann das Heizgerät auch zur Beheizung eines Wassersystems (Heizung und/oder Brauchwasser) des Gebäudes oder eines Wassersystems einer Wohnung zum Einsatz kommen.

[0012] Vorzugsweise ist die sekundäre Verbrennungsregelung einfacher aufgebaut als die primäre Verbrennungsregelung. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass die sekundäre Verbrennungsregelung auf weniger Sensoren zurückgreift als die primäre Verbrennungsregelung. Somit kann die sekundäre Verbrennungsregelung mit weniger Eingangsgrößen arbeiten. Dadurch kann die sekundäre Verbrennungsregelung robuster sein als die primäre Verbrennungsregelung. Zudem kann damit vergleichsweise kostengünstig eine Redundanz für die Verbrennungsregelung geschaffen werden. Die Robustheit der sekundären Verbrennungsregelung kann dabei zu Lasten der Genauigkeit gehen, was aber mit dem Ziel den Arbeitsbereich des Gerätes größtmöglich zu erhalten in Kauf genommen werden kann. Bevorzugt greift die sekundäre Verbrennungsregelung auf (nur) einen Sensor zurück. Bei diesem Sensor kann es sich besonders bevorzugt um eine Flammen-Überwachungselektrode, insbesondere Ionisationselektrode handeln. Vorzugsweise kann die sekundäre Verbrennungsregelung zusätzlich zu Eingangsdaten (Messdaten) von dem einen Sensor auch auf Leistungsdaten von einer Fördereinrichtung (z.B. Gebläse) und/oder einem Gasventil des Heizgerätes zurückgreifen. Demgegenüber kann die primäre Verbrennungsregelung auf eine Vielzahl von Sensoren (auf mindestens zwei Sensoren, die verschiedene Eingangsgrößen erfassen) zurückgreifen.

[0013] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die primäre Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines (Sensor- bzw. Mess-)Signals mindestens eines Sensors des Heizgerätes durchgeführt wird. Beispielsweise können hierzu ein Gasstromsensor (Volumen- bzw. Massenstromsensor), ein Luftstromsensor (Volumen- bzw. Massenstromsensor), ein Gemischstromsensor (Volumen- bzw. Massenstromsensor), ein Abgassensor (z. B. CO-Sensor, O₂-Sensor), ein Temperatursensor (z. B. zum Messen der Temperatur von Flamme und/oder Brenner) und/oder ein Strahlungssensor (z. B. Infrarotsensor, insbesondere zum Messen der Temperatur von Flamme und/oder Brenner) verwendet werden, die in der Regel jeweils ein Messsignal an die Regelungseinrichtung übermitteln. Darüber hinaus kann die primäre Verbrennungsregelung auch auf Messsignale der Flammen-Überwachungselektrode zurückgreifen. In Abhängigkeit einzelner oder mehrerer dieser Messsignale kann eine Regelgröße bestimmt und in Abhängigkeit einer Führungsgröße geregelt werden.

[0014] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass eine Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung über mindestens einen Sensor des Heizgerätes

und/oder eine Flammen-Überwachungselektrode des Heizgerätes erfasst wird. So kann zum Beispiel dann auf eine Implausibilität zurückgeschlossen werden, wenn zwei oder mehr der Sensoren widersprüchliche Messergebnisse liefern. Alternativ oder kumulativ kann auf eine Störung zurückgeschlossen werden, wenn einer oder mehrere der Sensoren Messergebnisse liefern, die auf eine Flammabhebung (Flamme ist erloschen) hinweisen. Denkbar ist alternativ oder kumulativ auch, dass eine Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung aus Informationen über äußere Störeinflüsse, wie etwa Umwelteinflüsse, Wettereinflüsse, etc. erkannt wird. Hierzu können beispielsweise Daten der Sensoren ausgewertet oder auf externe Daten (z.B. von einer Wetterdatenbank) zurückgegriffen werden.

[0015] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die sekundäre Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines Signals einer Flammen-Überwachungselektrode des Heizgerätes durchgeführt wird. Bei der Flammen-Überwachungselektrode kann es sich insbesondere um eine Zünd- und Überwachungselektrode, wie beispielsweise eine Ionisationselektrode handeln. In diesem Zusammenhang kann die sekundäre Verbrennungsregelung insbesondere in Abhängigkeit eines Spannungs- oder Strom-Signals eines Flammen-Überwachungselektrodensystems erfolgen.

[0016] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die Flammen-Überwachungselektrode zusätzlich zu mindestens einem (weiteren) Sensor des Heizgerätes vorgesehen ist. Bevorzugt ist die Flammen-Überwachungselektrode zusätzlich zu einem oder mehreren der folgenden Sensoren vorgesehen: Gasstromsensor (Volumen- bzw. Massenstromsensor), Luftstromsensor (Volumen- bzw. Massenstromsensor), Gemischstromsensor (Volumen- bzw. Massenstromsensor), Abgassensor (z. B. CO-Sensor, O₂-Sensor), Temperatursensor (z. B. zum Messen der Temperatur von Flamme und/oder Brenner) und/oder Strahlungssensor (z. B. Infrarotsensor, insbesondere zum Messen der Temperatur von Flamme und/oder Brenner).

[0017] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass in Schritt c) folgende Zwischenschritte durchgeführt werden:

- i) Variieren mindestens eines Betriebsparameters des Heizgerätes, wie beispielsweise einer Luftzahl (λ), um einen Flammabhebe- punkt anzufahren,
- ii) Überwachen des Anfahrens des Flammabhebepunktes mittels der Flammen-Überwachungselektrode,
- iii) Einstellen des mindestens einen Betriebsparameters des Heizgerätes auf einen Wert, der in Abhängigkeit des Wertes ermittelt wird, den der Betriebsparameter unmittelbar vor oder bei Erreichen des Flammabhebepunktes hatte.

[0018] Dies kann mit anderen Worten insbesondere auch so beschrieben werden, dass der Brenner des Heizgerätes während Schritt c) (zur Bereitstellung der sekundären Verbrennungsregelung) mittels einer Flammen-Überwachungselektrode (z. B. Ionisationselektrode) überwacht wird, wobei das Signal der Flammen-Überwachungselektrode direkt oder indirekt gemessen wird und wobei während des Betriebs des Brenners (in Schritt c)) das Brenngas-Luft-Gemisch abgemagert und dabei das Signal der Flammen-Überwachungselektrode kontinuierlich gemessen wird, hierbei der Gradient des Signals der Flammen-Überwachungselektrode gebildet wird, bei Überschreitung eines bestimmten Gradienten oder beim überproportionalen Anstieg des Gradienten die Abmagerung des Brenngas-Luft-Gemischs beendet wird und das Brenngas-Luft-Gemisch definiert angefeuert wird.

[0019] Dabei kann die Luft über ein Gebläse mit Gebläsemotor gefördert werden und der Gradient des Signals der Flammen-Überwachungselektrode aus der Division des Differenzsignals der Flammen-Überwachungselektrode mit der Differenzdrehzahl des Gebläsemotors ermittelt werden. Alternativ oder kumulativ kann das Brenngas über ein Gasventil mit Stellantrieb geleitet werden und der Gradient des Signals der Flammen-Überwachungselektrode aus der Division des Differenzsignals der Flammen-Überwachungselektrode mit der Differenzstellposition des Stellantriebs ermittelt werden. Alternativ oder kumulativ kann der Gradient des Signals der Flammen-Überwachungselektrode aus der Division des Differenzsignals der Ionisationselektrode mit der Differenzzeit ermittelt werden. Dabei kann weiterhin eine Konstantspannungsquelle oder Konstantstromquelle mit der Flamme des Brenners und einem Widerstand seriell verschaltet werden und als Signal der Flammen-Überwachungselektrode der Spannungsabfall am Widerstand gemessen werden.

[0020] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die Zwischenschritte i) bis iii) in definierten Zeitabständen zyklisch wiederholt werden. Dies erlaubt in vorteilhafter Weise, dass die sekundäre Verbrennungsregelung eine fortdauernde Verbrennungsregelung bzw. eine auch über einen längeren Zeitraum einsetzbare Redundanz zu der primären Verbrennungsregelung bieten kann.

[0021] Sollte die Ursache der Implausibilität bzw. Störung der primären Verbrennungsregelung beseitigt sein (z. B. durch Eingriff eines Technikers, oder Wegfallen externer Störungen, wie etwa Sturm) kann in den meisten Fällen ein Wechsel von der sekundären Verbrennungsregelung zurück auf die primäre Verbrennungsregelung erfolgen (Reversibilität). Für Fälle in denen ein Zurückwechseln zu der primären Verbrennungsregelung nicht mehr erfolgen kann (Defekt in der primären Regelung und/oder einem Sensor der primären Regelung), kann das Heizgerät dauerhaft mit der sekundären Verbrennungsregelung weiterlaufen. Das Auftreten einer Störung in der sekundären Regelung führt dann in der Regel

zu einer Störabschaltung des Heizgerätes.

[0022] Darüber hinaus kann nach einem weiteren Aspekt ein Computerprogramm zur Durchführung eines hier vorgestellten Verfahrens angegeben werden. Dies betrifft mit anderen Worten insbesondere ein Computerprogramm(-produkt), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, ein hier beschriebenes Verfahren auszuführen. Weiterhin kann nach einem weiteren Aspekt auch ein maschinenlesbares Speichermedium angegeben werden, auf dem das hier vorgeschlagene Computerprogramm hinterlegt bzw. gespeichert ist. Regelmäßig handelt es sich bei dem maschinenlesbaren Speichermedium um einen computerlesbaren Datenträger.

[0023] Nach einem weiteren Aspekt wird ein Heizgerät zur Beheizung eines Gebäudes vorgeschlagen, umfassend einen Brenner, mindestens einen Sensor und eine Regelungseinrichtung, die zur Durchführung einer primären Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines Signals des mindestens einen Sensors vorgesehen und eingerichtet ist, wobei das Heizgerät weiterhin eine in den Flammen-Bereich des Brenners ragende Flammen-Überwachungselektrode umfasst, die der Regelungseinrichtung ein Signal zur Durchführung einer sich von der primären Verbrennungsregelung unterscheidenden, sekundären Verbrennungsregelung bereitstellt.

[0024] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das Heizgerät zur Durchführung eines hier vorgestellten Verfahrens eingerichtet ist. In diesem Zusammenhang kann insbesondere die Regelungseinrichtung des Heizgerätes dazu eingerichtet sein, das Verfahren durchzuführen. Dazu kann die Regelungseinrichtung beispielsweise einen Speicher aufweisen oder auf diesen zugreifen, auf dem ein Programm zur Durchführung des Verfahrens hinterlegt ist. Dabei kann das Programm zum Beispiel von einem Prozessor der Regelungseinrichtung durchgeführt werden. Bei dem Programm kann es sich zum Beispiel um das oben beschriebene Computerprogramm handeln. Der Speicher kann beispielsweise mittels des oben beschriebenen maschinenlesbaren Speichermediums gebildet sein. Denkbar ist auch, dass das oben beschriebene Verfahren mit dem hier vorgestellten Heizgerät ausgeführt wird.

[0025] Nach einem weiteren Aspekt wird auch eine Verwendung einer Ionisationselektrode zur Aufrechterhaltung einer Notbetriebsregelung eines Heizgerätes zur Beheizung eines Gebäudes vorgeschlagen.

[0026] Die im Zusammenhang mit dem Verfahren erörterten Details, Merkmale und vorteilhaften Ausgestaltungen können entsprechend auch bei dem hier Computerprogramm, dem Speichermedium, dem Heizgerät und/oder der Verwendung auftreten und umgekehrt. In soweit wird auf die dortigen Ausführungen zur näheren Charakterisierung der Merkmale vollumfänglich Bezug genommen.

[0027] Die Erfindung wird nun anhand der Figuren detailliert erläutert.

[0028] Es stellen dar:

Figur 1: schematisch einen beispielhaften Ablauf des Verfahrens in Form eines Ablaufdiagramms,
 Figur 2: schematisch einen beispielhaften Aufbau des Heizgerätes, und
 Figur 3: einen Verlauf eines Ionisationssignals, wie er sich bei dem hier vorgestellten Verfahren ergeben kann.

[0029] Figur 1 zeigt schematisch einen beispielhaften Ablauf des Verfahrens in Form eines Ablaufdiagramms. Das Verfahren dient zum Betreiben eines Heizgerätes 100 zur Beheizung eines Gebäudes (hier nicht dargestellt). Die mit den Blöcken 110, 120 und 130 dargestellte Reihenfolge der Schritte a), b) und c) ist beispielhaft und kann so zum Beispiel bei einem regulären Betriebsablauf durchlaufen werden. Darüber hinaus ist jedoch auch denkbar, dass die Schritte a), b) und c) zumindest teilweise parallel durchgeführt werden.

[0030] In Block 110 erfolgt gemäß Schritt a) ein Betreiben des Heizgerätes 100 mit einer primären Verbrennungsregelung. In Block 120 erfolgt gemäß Schritt b) ein Erfassen einer Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung. In Block 130 erfolgt gemäß Schritt c) ein Betreiben des Heizgerätes 100 mit einer sich von der primären Verbrennungsregelung unterscheidenden, sekundären Verbrennungsregelung, wenn eine Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung erfasst wurde.

[0031] Figur 2 zeigt schematisch einen beispielhaften Aufbau des Heizgerätes 100 zur Beheizung eines Gebäudes. Das Heizgerät 100 umfasst einen Brenner 1, mindestens einen Sensor 20, 21, 22, 23, 24, 25 und eine Regelungseinrichtung 7, die zur Durchführung einer primären Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines Signals des mindestens einen Sensors 20, 21, 22, 23, 24, 25 vorgesehen und eingerichtet ist. Weiterhin umfasst das Heizgerät 100 eine in den Flammen-Bereich 2 des Brenners 1 ragende Flammen-Überwachungselektrode 3, die der Regelungseinrichtung 7 ein Signal zur Durchführung einer sich von der primären Verbrennungsregelung unterscheidenden, sekundären Verbrennungsregelung bereitstellt. Dabei ist das Heizgerät 100, insbesondere die Regelungseinrichtung 7 zur Durchführung eines hier beschriebenen Verfahrens (vgl. Figur 1) eingerichtet.

[0032] Insbesondere wird die primäre Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines Signals mindestens eines Sensors 20, 21, 22, 23, 24, 25 des Heizgerätes 100 durchgeführt. Beispielhaft sind hierzu in Figur 2 ein Gasstromsensor 20 zum Messen eines Gasstroms 30, ein Luftstromsensor 21 zum Messen eines Luftstroms 31, ein Gemischstromsensor 22, ein Abgassensor 23 zum Messen eines Abgasstroms 32, ein Temperatursensor 24 sowie ein Strahlungssensor 25 vorgesehen, die jeweils ein Messsignal an die Regelungseinrichtung 7 übermitteln. Darüber hinaus kann die primäre Verbrennungsregelung

auch auf Messsignale der Flammen-Überwachungselektrode 3 zugreifen. In Abhängigkeit einzelner oder mehrerer dieser Messsignale kann eine Regelgröße bestimmt und in Abhängigkeit einer Führungsgröße geregelt werden.

[0033] Beispielsweise kann eine Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung über mindestens einen der Sensoren 20, 21, 22, 23, 24, 25 des Heizgerätes 100 und/oder die Flammen-Überwachungselektrode 3 des Heizgerätes 100 erfasst werden. So kann zum Beispiel dann auf eine Implausibilität zurückgeschlossen werden, wenn zwei oder mehr der Sensoren 20, 21, 22, 23, 24, 25 widersprüchliche Messergebnisse liefern. Alternativ oder kumulativ kann auf eine Störung zurückgeschlossen werden, wenn einer oder mehrere der Sensoren 20, 21, 22, 23, 24, 25 Messergebnisse liefern, die auf eine Flammabhebung (Flamme ist erloschen) hinweisen.

[0034] Weiterhin kann die sekundäre Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines Signals der Flammen-Überwachungselektrode 3 des Heizgerätes 100 durchgeführt werden. Als Flammen-Überwachungselektrode 3 wird hier beispielhaft eine Ionisationselektrode verwendet, deren Funktionsweise unten näher erläutert wird. In Figur 1 ist auch dargestellt, dass die Flammen-Überwachungselektrode 3 zusätzlich zu mindestens einem weiteren Sensor 20, 21, 22, 23, 24, 25 des Heizgerätes 100 vorgesehen ist.

[0035] In Schritt c) können mehrere Zwischenschritte durchgeführt werden, die im Block 130 beispielhaft mit den Blöcken 210, 220 und 230 gezeigt sind. In Block 210 erfolgt gemäß Zwischenschritt i) ein Variieren mindestens eines Betriebsparameters des Heizgerätes 100, um einen Flammabhebepunkt anzufahren. In Block 220 erfolgt gemäß Zwischenschritt ii) ein Überwachen des Anfahrens des Flammabhebepunktes mittels der Flammen-Überwachungselektrode 3. In Block 230 erfolgt gemäß Zwischenschritt iii) ein Einstellen des mindestens einen Betriebsparameters des Heizgerätes 100 auf einen Wert, der in Abhängigkeit des Wertes ermittelt wird, den der Betriebsparameter unmittelbar vor oder bei Erreichen des Flammabhebepunktes hatte.

[0036] Ein Beispiel, wie die sekundäre Verbrennungsregelung besonders bevorzugt mit Sensordaten von (nur) der Flammen-Überwachungselektrode 3 (und Leistungsdaten von einer Fördereinrichtung (z.B. Gebläse 8) und/oder einem Gasventil 10) durchgeführt werden kann, wird im Folgenden anhand der Figuren 2 und 3 beschrieben:

[0037] In Figur 2 hat der Brenner 1 beispielhaft ein Gebläse 8 mit Gebläsemotor 9 in einem Lufteintritt 12. In den Lufteintritt 12 mündet eine Gasleitung 13, in der sich ein Gasventil 10 mit Stellantrieb 11 befindet. Der Gebläsemotor 9 und der Stellantrieb 11 sind mit der Regelungseinrichtung 7 verbunden. Am Brenner 1 befindet sich eine Flamme 2, in welche eine Ionisationselektrode 3 (als Flammen-Überwachungselektrode 3) hineinragt. Die Ionisationselektrode 3 ist mit einer Spannungsquelle 4 ver-

bunden. Diese ist mit ihrer zweiten Elektrode mit einem Widerstand 5 verbunden, der wiederum an den Brenner 1 angeschlossen ist. Parallel zum Widerstand 5 ist ein Spannungsmesser 6 angeschlossen, welcher mit der Regelung 7 verbunden ist.

[0038] Beim Betrieb des Brenners 1 saugt das Gebläse 8 über den Lufteintritt 12 Verbrennungsluft an. Die Drehzahl n des Gebläses 8 kann hierbei kontinuierlich verstellt werden. Über das Gasventil 10 kann die zugeführte Brenngasmenge, welche über die Gasleitung 13 einströmt, kontinuierlich verändert werden; hierbei wird die Schrittzahl n_s des Stellantriebs 11 erfasst. Im Gebläse 8 werden Brenngas und Luft miteinander vermischt und am Austritt des Brenners 1 gezündet, so dass sich eine Flamme 2 bildet. Da die Ionen der Flamme 2 elektrisch leitend sind, kann zwischen der Ionisationselektrode 3 und dem Brenner 1 ein Strom fließen. Hieraus folgt, dass eine elektrische Spannung U_{Flamme} anliegt. Der Ionenfluss durch die Flamme 2 sorgt dafür, dass der elektrische Kreislauf (Brenner 1, Ionisationselektrode 3, Spannungsquelle 4, Widerstand 5) geschlossen ist.

[0039] Figur 3 zeigt in diesem Zusammenhang den Verlauf der am Widerstand 5 gemessenen Spannung U über die Luftzahl λ und die Gebläsedrehzahl n . U_0 ist die Spannung der Spannungsquelle 4. Es gilt: $U = U_0 - U_{\text{Flamme}}$. Es ist in Figur 3 zu erkennen, dass die am Widerstand 5 gemessene Spannung U bei stöchiometrischer Verbrennung ($\lambda = 1,0$) minimal ist. Mit Erhöhen des Luftüberschusses steigt die Spannung U kontinuierlich an. Bei einer Luftzahl von etwa 1,6 steigt die Spannung U deutlich stärker als bisher an. Bei einem Luftüberschuss von etwa $\lambda = 1,7$ hebt die Flamme ab. Es kann kein Ionisationssignal mehr gemessen werden; ein nicht dargestelltes Sicherheitsventil verriegelt die Brenngaszufuhr.

[0040] Bei der sekundären Verbrennungsregelung läuft zunächst der Brenner 1 mit einem bisher nicht bekannten Luftüberschuss. Bei konstant geöffnetem Gasventil 10 wird die Drehzahl n des Gebläses 8 erhöht. Hierdurch steigt die Luftzahl λ an. Dies stellt ein Beispiel dafür dar, dass und wie in Zwischenschritt i) ein Variieren mindestens eines Betriebsparameters (hier beispielhaft die Luftzahl λ) des Heizgerätes 100 erfolgen kann, um einen Flammabhebe­punkt anzufahren.

[0041] Der Spannungsabfall U am Widerstand 5 wird kontinuierlich über der Zeit t gemessen und an die Regelungseinrichtung 7 weitergegeben. In der Regelungseinrichtung 7 wird der Gradient $\Delta U / \Delta n$ berechnet, wobei n die Drehzahl des Gebläses 8 ist. Steigt der Gradient $\Delta U / \Delta n$ ab einem bestimmten Punkt übermäßig an, so ist dies ein Indiz dafür, dass demnächst die Flamme abhebt und somit abreißt. Die Luftzahl λ beträgt dann etwa 1,6. Dies stellt ein Beispiel dafür dar, dass und wie in Zwischenschritt ii) ein bevorzugtes Überwachen des Anfahrens des Flammabhebe­punktes mittels der Flammen­Überwachungselektrode 3 erfolgen kann.

[0042] Ausgehend von diesem Punkt (mit $\lambda \approx 1,6$) wird nun die Drehzahl n des Gebläses gezielt derartig redu-

ziert, dass sich eine Luftzahl $\lambda \approx 1,25$ einstellt. Dies stellt ein Beispiel dafür dar, dass und wie in Zwischenschritt iii) ein Einstellen des mindestens einen Betriebsparameters des Heizgerätes 100 auf einen Wert erfolgen kann, der in Abhängigkeit des Wertes ermittelt wird, den der Betriebsparameter unmittelbar vor oder bei Erreichen des Flammabhebe­punktes hatte.

[0043] Alternativ zur Gradientenermittlung mittels Quotient aus Differenzsignal zur Differenzdrehzahl $\Delta U / \Delta n$ kann auch ein Gradient aus Differenzspannung ΔU zu Differenzstellposition des Stellantriebs Δn_s gebildet werden, wenn anstelle einer Erhöhung der Gebläsedrehzahl eine Reduzierung der Brenngasmenge vorgenommen wird. Als weitere Variante kann bei konstanter Abmagerung auch ein Gradient aus der Zeit gebildet werden ($\Delta U / \Delta t$).

[0044] Der Betriebszustand, bei dem ein Abheben bevorsteht kann dadurch bestimmt werden, dass der aktuelle Gradient mit mindestens einem früheren Gradienten verglichen wird und in dem Fall, dass der aktuelle Gradient den oder die Vergleichswerte um einen bestimmten Prozentsatz überschreitet, der erwartete Zustand vorliegt. Als Vergleichswert kann zum Beispiel der geringste gemessene Gradient verwendet werden. Alternativ kann ein Absolutwert vorgegeben werden. Dies stellt ein Beispiel dafür dar, dass und wie in Zwischenschritt ii) ein bevorzugtes Überwachen des Anfahrens des Flammabhebe­punktes mittels der Flammen­Überwachungselektrode 3 erfolgen kann.

[0045] Um den Einfluss von Signalrauschen (Schwanken des Messsignals um eine Trendlinie) zu eliminieren, sollte die Zeitdifferenz beziehungsweise Drehzahldifferenz nicht zu klein gewählt werden. Anstelle des Spannungsabfalls U am Widerstand 5 kann auch direkt die Spannung der Flamme U_{Flamme} gemessen werden. In diesem Fall ist jedoch die Ionisationsspannung bei stöchiometrischer Verbrennung maximal und das Ionisationsspannungssignal fällt bei Erhöhung der Luftzahl ab. Anstelle einer konstanten Spannung U_0 kann auch eine Konstantstromquelle mit einem konstanten Strom I_0 an die Serienschaltung des Widerstandes 5 mit der Flamme 2 geschaltet werden. In Abhängigkeit des Flammenwiderstandes stellt sich eine bestimmte Spannung ein.

[0046] Die Zwischenschritte i) bis iii) können in definierten Zeitabständen zyklisch wiederholt werden, um eine fortdauernde Verbrennungsregelung zu ermöglichen.

[0047] Das beschriebene Heizgerät 100 stellt auch ein Beispiel für eine Verwendung einer Ionisationselektrode 3 zur Aufrechterhaltung einer Notbetriebsregelung eines Heizgerätes 100 zur Beheizung eines Gebäudes dar.

[0048] Durch das beschriebene Verfahren sowie das beschriebene Heizgerät kann der Arbeitsbereich des Heizgerätes vergrößert werden. Zudem kann dem Benutzer insbesondere ein erhöhtes Maß an Komfort zur Verfügung gestellt werden, da das Heizgerät seltener ausfällt.

Bezugszeichenliste

[0049]

100	Heizgerät
1	Brenner
2	Flammen-Bereich
3	Flammen-Überwachungselektrode
4	Spannungsquelle
5	Widerstand
6	Spannungsmesser
7	Regelungseinrichtung
8	Gebläse
9	Gebläsemotor
10	Gasventil
11	Stellantrieb
12	Lufteintritt
13	Gasleitung
20	Gasstromsensor
21	Luftstromsensor
22	Gemischstromsensor
23	Abgassensor
24	Temperatursensor
25	Strahlungssensor
30	Gasstrom
31	Luftstrom
32	Abgasstrom

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Heizgerätes (100) zur Beheizung eines Gebäudes, umfassend folgende Schritte:
 - a) Betreiben des Heizgerätes (100) mit einer primären Verbrennungsregelung,
 - b) Erfassen einer Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung,
 - c) Betreiben des Heizgerätes (100) mit einer sich von der primären Verbrennungsregelung unterscheidenden, sekundären Verbrennungsregelung, wenn eine Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung erfasst wurde.
2. Verfahren nach Anspruch 1, die sekundäre Verbrennungsregelung auf weniger Sensoren zurückgreift als die primäre Verbrennungsregelung.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die primäre Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines Signals mindestens eines Sensors (20, 21, 22, 23, 24, 25) des Heizgerätes (100) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Implausibilität und/oder Störung der primären Verbrennungsregelung über mindestens

einen Sensor (20, 21, 22, 23, 24, 25) des Heizgerätes (100) und/oder eine Flammen-Überwachungselektrode (3) des Heizgerätes (100) erfasst wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die sekundäre Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines Signals einer Flammen-Überwachungselektrode (3) des Heizgerätes (100) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei es sich bei der Flammen-Überwachungselektrode (3) um eine Zünd- und Überwachungselektrode handelt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei es sich bei der Flammen-Überwachungselektrode (3) um eine Ionisationselektrode handelt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Flammen-Überwachungselektrode (3) zusätzlich zu mindestens einem Sensor (20, 21, 22, 23, 24, 25) des Heizgerätes (100) vorgesehen ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei in Schritt c) folgende Zwischenschritte durchgeführt werden:
 - i) Variieren mindestens eines Betriebsparameters des Heizgerätes (100), um einen Flammabhebepunkt anzufahren,
 - ii) Überwachen des Anfahrens des Flammabhebepunktes mittels der Flammen-Überwachungselektrode (3),
 - iii) Einstellen des mindestens einen Betriebsparameters des Heizgerätes (100) auf einen Wert, der in Abhängigkeit des Wertes ermittelt wird, den der Betriebsparameter unmittelbar vor oder bei Erreichen des Flammabhebepunktes hatte.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Zwischenschritte i) bis iii) in definierten Zeitabständen zyklisch wiederholt werden.
11. Computerprogramm zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
12. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 11 gespeichert ist.
13. Heizgerät (100) zur Beheizung eines Gebäudes, umfassend einen Brenner (1), mindestens einen Sensor (20, 21, 22, 23, 24, 25) und eine Regelungseinrichtung (7), die zur Durchführung einer primären Verbrennungsregelung in Abhängigkeit eines Signals des mindestens einen Sensors (20, 21, 22, 23, 24, 25) vorgesehen und eingerichtet ist, wobei das

Heizgerät (100) weiterhin eine in den Flammen-Bereich (2) des Brenners (1) ragende Flammen-Überwachungselektrode (3) umfasst, die der Regelungseinrichtung (7) ein Signal zur Durchführung einer sich von der primären Verbrennungsregelung unterscheidenden, sekundären Verbrennungsregelung bereitstellt. 5

14. Heizgerät (100) nach Anspruch 13, eingerichtet zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10. 10

15. Verwendung einer Ionisationselektrode (3) zur Aufrechterhaltung einer Notbetriebsregelung eines Heizgerätes (100) zur Beheizung eines Gebäudes. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

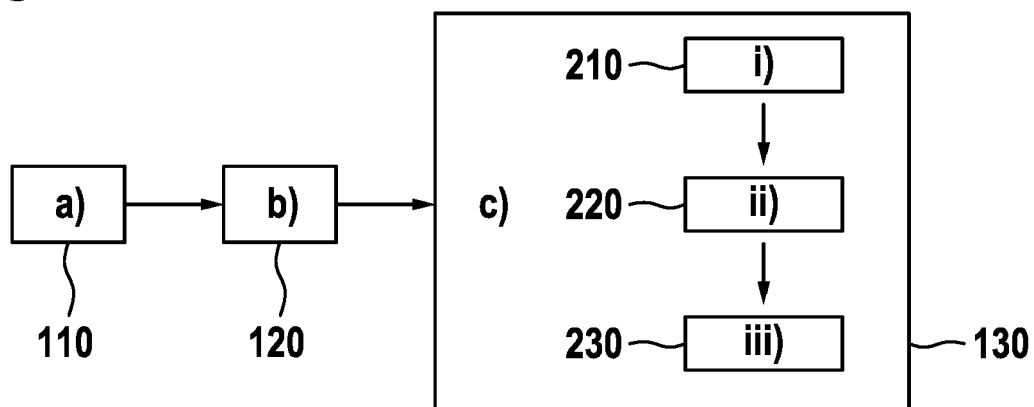


Fig. 2

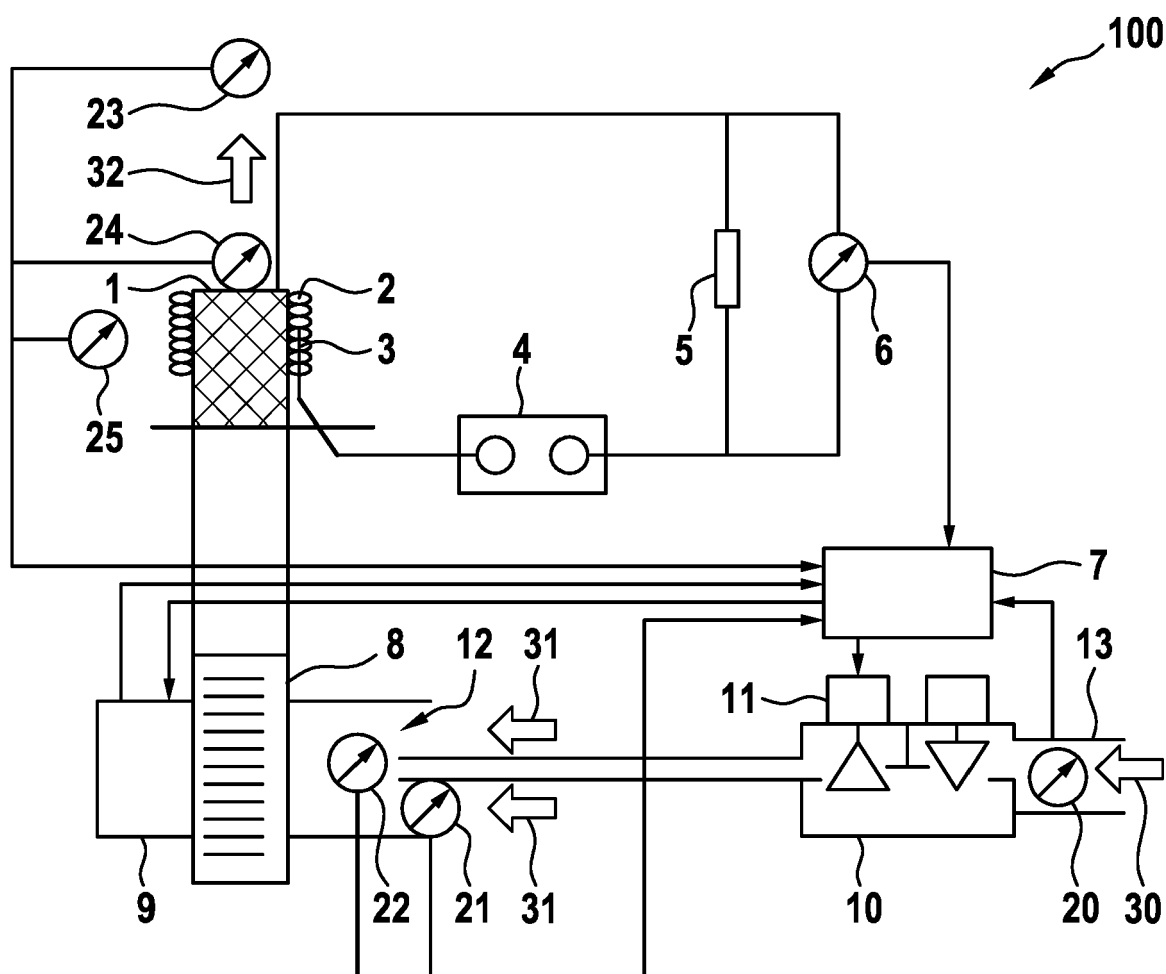
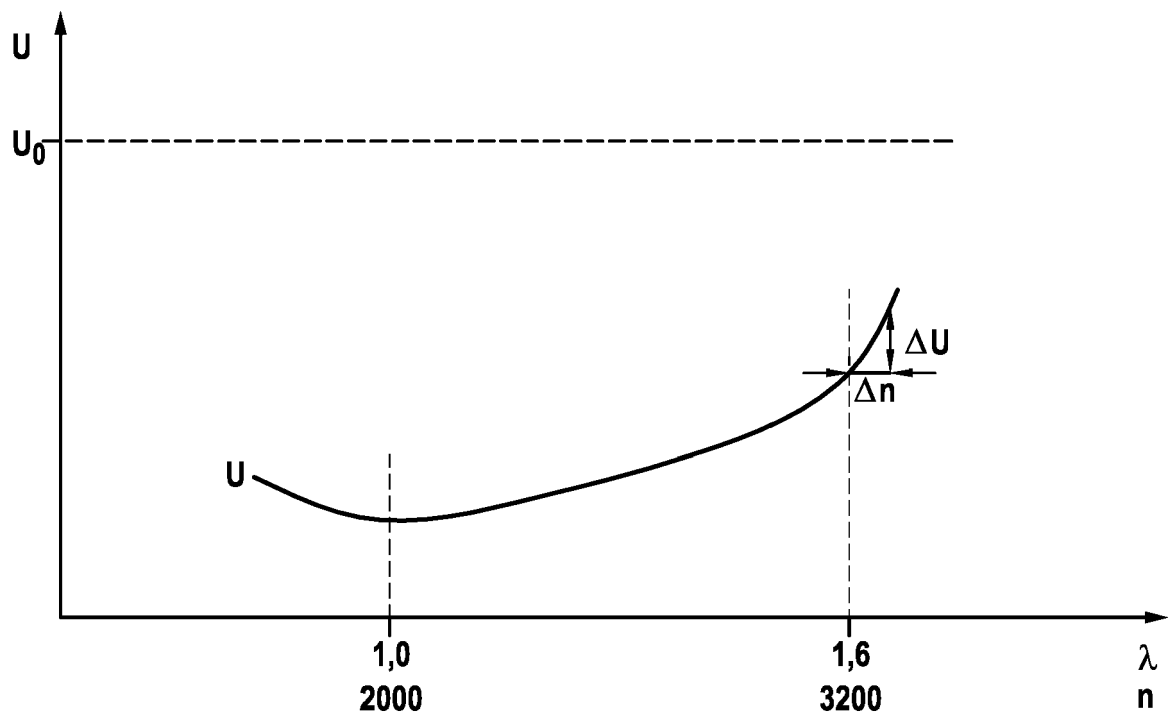


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 20 6829

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 196 01 517 A1 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 24. Juli 1997 (1997-07-24)	1,3-8, 11-15	INV. F24H9/20 F23N5/12 F23N5/24
A	* Absätze [0001] - [0017]; Abbildungen * -----	2,9,10	
X	EP 0 327 785 A1 (VAILLANT JOH GMBH & CO [DE]) 16. August 1989 (1989-08-16)	1	
A	* Spalten 3,4; Abbildung * -----	2-15	
A	EP 2 014 985 A2 (VAILLANT GMBH [DE]) 14. Januar 2009 (2009-01-14)	1-15	
	* Absätze [0004] - [0010]; Abbildungen * -----		
A	DE 39 04 022 A1 (T F TRADING A S [DK]) 24. August 1989 (1989-08-24)	6	
	* das ganze Dokument * -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24H F23N F24D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		24. März 2021	von Mittelstaedt, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 20 6829

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-03-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 19601517	A1	24-07-1997	KEINE	
15	EP 0327785	A1	16-08-1989	AT 99403 T EP 0327785 A1	15-01-1994 16-08-1989
20	EP 2014985	A2	14-01-2009	AT 505442 A1 DE 102008031979 A1 DK 2014985 T3 EP 2014985 A2 ES 2629770 T3 HR P20170996 T1 PL 2014985 T3 PT 2014985 T	15-01-2009 15-01-2009 24-07-2017 14-01-2009 14-08-2017 15-12-2017 29-09-2017 13-07-2017
25	DE 3904022	A1	24-08-1989	DE 3904022 A1 DK 68888 A	24-08-1989 11-08-1989
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82