



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.07.2023 Patentblatt 2023/27

(21) Anmeldenummer: **22214819.9**

(22) Anmeldetag: **20.12.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F24H 1/52 ^(2022.01) **F24H 9/20** ^(2022.01)
F24H 15/104 ^(2022.01) **F24H 15/212** ^(2022.01)
F24H 15/238 ^(2022.01) **F24H 15/395** ^(2022.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F24H 1/52; F24H 9/2007; F24H 15/104;
F24H 15/212; F24H 15/238; F24H 15/395;
F24D 19/0092; F24D 2220/042; F24D 2220/044;
F28F 27/00

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA

Benannte Validierungsstaaten:

KH MA MD TN

(30) Priorität: **29.12.2021 TR 202121681**

(71) Anmelder: **Bosch Termoteknik Isitma ve Klima**
Sanayi
Ticaret Anonim Sirketi
45030 Manisa (TR)

(72) Erfinder:

- **Kuzucanli, Seyit Ahmet**
45030 Manisa (TR)
- **Vatansever, Ceren**
45030 Manisa (TR)

(74) Vertreter: **Bee, Joachim**

Robert Bosch GmbH, C/IPE
P.O. Box 30 02 20
70442 Stuttgart (DE)

(54) **SYSTEM ZUM BESTIMMEN DER RESTLEBENSDAUER DES WÄRMETAUSCHERS VON WASSERHEIZERN**

(57) System (200) zur Erkennung einer Verstopfung im zweiten Volumen (152) eines Wärmetauschers (150) eines Wasserheizers (100), umfassend eine erste Leitung (110), die hydraulisch mit einem Zentralheizkreislauf (310) verbunden ist, und eine zweite Leitung (120), die hydraulisch mit einer Hauswasserleitung (320) verbunden ist; eine mit der ersten Leitung (110) verbundene Heizzelle (130) zum Erwärmen der Flüssigkeit in der ersten Leitung (110); und einen Wärmetauscher (150) für die Wärmeübertragung zwischen der ersten Leitung (110) und der zweiten Leitung (120) umfassend ein erstes Volumen (151), das hydraulisch mit der ersten Leitung (110) verbunden ist, ein zweites Volumen (152), das hydraulisch mit der zweiten Leitung (120) verbunden ist, ein Wärmeübertragungselement (153), das zwischen dem ersten Volumen (151) und dem zweiten Volumen (152) vorgesehen ist. Dementsprechend ist das System dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (150) eine Steuereinheit (210) umfasst, die die folgenden Verfahrensschritte umfasst: Bestimmen eines Wärmeübertragungskoeffizienten in Abhängigkeit von einer logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz und einer Wärmeübertragungsrate in Abhängigkeit von der Wärmeübertragungsfläche des Wärmetauschers; Bestimmen der Lebensdauer mittels eines Alterungsmodells

gemäß den gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient einen ersten Schwellenwert überschreitet und der Wärmeübertragungskoeffizient einen zweiten Schwellenwert überschreitet.

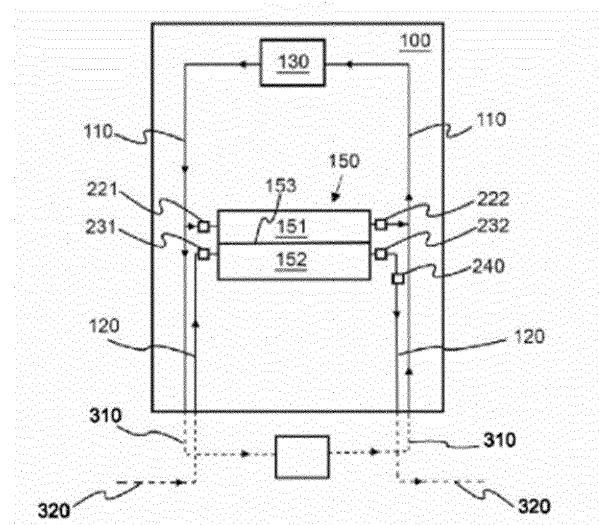


Fig. 1

Beschreibung**TECHNISCHES GEBIET**

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein System zum Bestimmen der Restlebensdauer von Wasserheizern. Im Einzelnen betrifft die Erfindung ein System zur Erkennung von Verstopfungen und der Restlebensdauer des Wärmetauschers von Kombi-Wasserheizern.

STAND DER TECHNIK

10 **[0002]** Wasserheizer, insbesondere Kombi-Wasserheizer, sind an einen Zentralheizkreislauf und an eine Hauswasserleitung angeschlossen. Sie erwärmen die Flüssigkeit im Zentralheizkreislauf und das Wasser in der Hauswasserleitung. Das Wasser im Zentralheizkreislauf wird in den Wasserheizer geleitet, durch eine Heizzelle erwärmt und wieder in den Zentralheizkreislauf zurückgeleitet. Durch Heizkomponenten wie Heizkörper im Zentralheizkreislauf wird dafür
15 **[0003]** gesorgt, dass die Räume geheizt werden.

[0003] Das Wasser in der Hauswasserleitung wird dadurch erwärmt, dass zwischen dem Wasser aus dem Zentralheizkreislauf nach dessen Erhitzen und dem Wasser aus der Hauswasserleitung anhand eines Wärmetauschers eine Wärmeübertragung durchgeführt wird. Der Wärmetauscher umfasst ein erstes Volumen, durch welches das Wasser aus dem Zentralheizkreislauf fließt, und ein zweites Volumen, durch welches das Wasser der Hauswasserleitung fließt.
20 Das erste Volumen und das zweite Volumen tauschen Wärme über ein Wärmeübertragungselement aus. Dabei erfolgt eine Wärmeübertragung aus dem durch eine Heizzelle erwärmten Wasser in dem ersten Volumen des Zentralheizkreislaufes auf das Wasser in dem zweiten Volumen der Hauswasserleitung.

[0004] Bei einer Verstopfung im Wärmetauscher wird das Wasser in der Hauswasserleitung nicht ausreichend erwärmt oder der Wasserdruck sinkt. Dadurch wird der Komfort der Benutzer negativ beeinflusst. Eine Verstopfung kann in den nachfolgenden Schritten den Wärmetauscher schädigen und einen Flüssigkeitsdurchlass zwischen den beiden Volumina des Wärmetauschers verursachen. Die Verstopfung des Wärmetauschers führt dazu, dass das Wasser nicht auf die gewünschte Temperatur erwärmt wird, was den Nutzungskomfort verringert und den Energieverbrauch erhöht.
25 **[0005]** In der deutschen Patentanmeldung DE102009042994 wird ein System offenbart, das es ermöglicht, Temperaturmessungen an verschiedenen Stellen des Plattenwärmetauschers vorzunehmen, und ein Warnsignal zu erzeugen, um mögliche hitzebedingte Schäden am Wärmetauscher zu verhindern, wenn die Temperaturmessungen einen bestimmten Schwellenwert überschreiten.

[0005] In der deutschen Patentanmeldung DE102009042994 wird ein System offenbart, das es ermöglicht, Temperaturmessungen an verschiedenen Stellen des Plattenwärmetauschers vorzunehmen, und ein Warnsignal zu erzeugen, um mögliche hitzebedingte Schäden am Wärmetauscher zu verhindern, wenn die Temperaturmessungen einen bestimmten Schwellenwert überschreiten.
30 **[0006]** All die oben genannten Probleme haben eine Innovation in dem betreffenden technischen Gebiet erforderlich gemacht.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zum Bestimmen der Restlebensdauer eines Wasserheizers, um die oben genannten Nachteile zu beseitigen und neue Vorteile auf dem relevanten technischen Gebiet zu schaffen.

[0008] Ein Ziel der Erfindung ist es, ein System zum Bestimmen der Restlebensdauer von Wärmetauschern von Wasserheizern bereitzustellen.
40 **[0009]** Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, ein System zur Erkennung von Verstopfungen in Wärmetauschern bereitzustellen.

[0010] Um alle oben erwähnten und sich aus der nachstehenden detaillierten Beschreibung ergebenden Aufgaben zu erfüllen, betrifft die vorliegende Erfindung ein System zur Erkennung einer Verstopfung im zweiten Volumen des Wärmetauschers eines Wasserheizers, umfassend eine erste Leitung, die hydraulisch mit einem Zentralheizkreislauf verbunden ist, und eine zweite Leitung, die hydraulisch mit einer Hauswasserleitung verbunden ist; eine mit der ersten Leitung verbundene Heizzelle zum Erwärmen der Flüssigkeit in der ersten Leitung; und einen Wärmetauscher für die Wärmeübertragung zwischen der ersten Leitung und der zweiten Leitung, umfassend ein erstes Volumen, das hydraulisch mit der ersten Leitung verbunden ist, ein zweites Volumen, das hydraulisch mit der zweiten Leitung verbunden ist, und ein Wärmeübertragungselement, das zwischen dem ersten Volumen und dem zweiten Volumen vorgesehen ist.
45 Dementsprechend ist das System dadurch gekennzeichnet, dass es einen ersten Temperatursensor zur Messung der Temperatur der in das erste Volumen eintretenden Flüssigkeit; einen zweiten Temperatursensor zur Messung der Temperatur der aus dem ersten Volumen austretenden Flüssigkeit; einen dritten Temperatursensor zur Messung der Temperatur der in das zweite Volumen eintretenden Flüssigkeit; einen vierten Temperatursensor zur Messung der Temperatur der aus dem zweiten Volumen austretenden Flüssigkeit; eine Durchflussmesseinrichtung zur Messung des Massenstroms der Flüssigkeit in der zweiten Leitung oder in der Hauswasserleitung; eine Steuereinheit, die so angeordnet ist, dass sie Temperatur- und Durchflussmessungen von dem ersten Temperatursensor, dem zweiten Temperatursensor, dem dritten Temperatursensor, dem vierten Temperatursensor und der Durchflussmesseinrichtung emp-
55

fängt, umfasst, wobei die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie die empfangenen Temperatur- und Durchflussmessungen in einer Speichereinheit speichert, indem sie die empfangenen Temperatur- und Durchflussmessungen ihren Empfangszeiten zuordnet; eine Wärmeübertragungsrate des zweiten Volumens gemäß Messungen, die von dem dritten Temperatursensor, dem vierten Temperatursensor und der Durchflussmesseinrichtung empfangen werden, und gemäß

5 einem spezifischen Wärmewert bestimmt; eine logarithmische mittlere Temperaturdifferenz für den Wärmetauscher gemäß Messungen, die von dem ersten Temperatursensor, dem zweiten Temperatursensor, dem dritten Temperatursensor und dem vierten Temperatursensor empfangen werden, bestimmt; in Abhängigkeit von der Wärmeübertragungsfläche des Wärmetauschers einen Wärmeübertragungskoeffizienten gemäß der logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz und der Wärmeübertragungsrate bestimmt; den Wärmeübertragungskoeffizienten periodisch berechnet und

10 in der Speichereinheit speichert, wobei die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie folgende Verfahrensschritte ausführt:

- Überwachung der Wärmeübertragungskoeffizienten,
 - Bestimmen der Lebensdauer mittels eines Alterungsmodells gemäß den gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient einen ersten Schwellenwert überschreitet und der Wärmeübertragungskoeffizient einen zweiten Schwellenwert überschreitet.
- 15

[0011] Auf diese Weise kann die Verstopfung auf der Zentralheizkreislaufseite des Wärmetauschers erkannt werden. Entsprechend der festgestellten Verstopfung wird die Lebensdauer des Wärmetauschers bestimmt. Die Benutzer können anhand dieser Informationen über die verbleibende Lebensdauer Vorkehrungen treffen, bevor die Verstopfung auftritt.

20 Der Nutzer wird den negativen Auswirkungen der Verstopfung weniger ausgesetzt.

[0012] Das Merkmal einer möglichen Ausführungsform der Erfindung ist, dass das Alterungsmodell ein stochastisches maschinelles Lernmodell ist, das mit gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten trainiert wird. Auf diese Weise kann eine Verstopfung im Wärmetauscher mit höherer Genauigkeit erkannt werden.

[0013] Das Merkmal einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung ist, dass die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie den Wärmeübertragungskoeffizienten durch Multiplikation der Durchflussmessung, des spezifischen Wärmewertes und der Differenz der Temperaturmessungen des dritten Temperatursensors und des vierten Temperatursensors bestimmt.

25

[0014] Das Merkmal einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung ist, dass sie eine Benutzerschnittstelle umfasst, die mit Hilfe einer Steuereinheit gesteuert wird, wobei die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie die Lebensdauer auf der Benutzerschnittstelle überwacht. So kann der Benutzer die Lebensdauer des Wärmetauschers auf der Benutzerschnittstelle nachverfolgen.

30

[0015] Das Merkmal einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung ist, dass die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie ein Warnsignal erzeugt, wenn die Lebensdauer einen ersten Lebensdauerschwellenwert überschreitet. So wird der Benutzer darauf hingewiesen, dass der Wärmetauscher ausgetauscht werden muss.

35

[0016] Das Merkmal einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung ist, dass die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie das Warnsignal auf der Benutzerschnittstelle anzeigt. So wird der Benutzer informiert, wenn die Lebensdauer des Wärmetauschers einen bestimmten Wert erreicht.

[0017] Die Erfindung betrifft auch einen Wasserheizer, der ein System wie oben beschrieben umfasst.

[0018] Das Merkmal einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung ist, dass das Heizgerät ein Kombi-Wasserheizer ist. So kann der Benutzer die verbleibende Lebensdauer des Kombi-Wasserheizers mit diesem System nachverfolgen.

40

[0019] Die Erfindung ist ferner ein Verfahren zur Erkennung der Verstopfung im zweiten Volumen des Wärmetauschers eines Wasserheizers, umfassend eine erste Leitung, die hydraulisch mit einem Zentralheizkreislauf verbunden ist, und eine zweite Leitung, die hydraulisch mit einer Hauswasserleitung verbunden ist; eine mit der ersten Leitung verbundene Heizzelle zum Erwärmen der Flüssigkeit in der ersten Leitung; und einen Wärmetauscher für die Wärmeübertragung zwischen der ersten Leitung und der zweiten Leitung umfassend ein erstes Volumen, das hydraulisch mit der ersten Leitung verbunden ist, ein zweites Volumen, das hydraulisch mit der zweiten Leitung verbunden ist, und ein Wärmeübertragungselement, das zwischen dem ersten Volumen und dem zweiten Volumen vorgesehen ist.

45

[0020] Dementsprechend ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie folgende Verfahrensschritte ausführt;

50

- Bestimmen der Temperatur der in der zweiten Leitung befindlichen und in das zweite Volumen eintretenden Flüssigkeit, der Temperatur der in der zweiten Leitung befindlichen und aus dem zweiten Volumen austretenden Flüssigkeit, des Massenstroms der Flüssigkeit in der Hauswasserleitung und einer Wärmeübertragungsrate des zweiten Volumens gemäß einem spezifischen Wärmewert
 - Bestimmen einer logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz für den Wärmetauscher gemäß den Temperaturen der in den Wärmetauscher eintretenden und aus ihm austretenden Flüssigkeiten
 - Bestimmen eines Wärmeübertragungskoeffizienten in Abhängigkeit von der Wärmeübertragungsfläche des Wär-
- 55

metauschers gemäß der logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz und der Wärmeübertragungsrate; zeitabhängiges Speichern des besagten Wärmeübertragungskoeffizienten in einer Speichereinheit;

- Überwachen des Wärmeübertragungskoeffizienten
- Bestimmen der Lebensdauer mittels eines Alterungsmodells gemäß den gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient einen ersten Schwellenwert überschreitet und der Wärmeübertragungskoeffizient einen zweiten Schwellenwert überschreitet. So kann die Restlebensdauer des Wärmetauschers bestimmt werden.

[0021] Das Merkmal einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung ist, dass das Alterungsmodell ein stochastisches maschinelles Lernmodell ist, das mit gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten trainiert wird. So kann die Restlebensdauer des Wärmetauschers mit höherer Genauigkeit bestimmt werden.

[0022] Das Merkmal einer weiteren möglichen Ausführungsform der Erfindung ist, dass sie so konfiguriert ist, dass sie ein Warnsignal ausgibt, wenn die Lebensdauer einen ersten Lebensdauerswellenwert überschreitet. So wird der Benutzer informiert, wenn die Lebensdauer des Wärmetauschers einen bestimmten Wert erreicht.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUR

[0023]

Figur 1 zeigt eine repräsentative Ansicht des Wasserheizers.
Figur 2 zeigt eine repräsentative Ansicht des Systems.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0024] In dieser ausführlichen Beschreibung wird ein System (200) zum Bestimmen der Restlebensdauer von Wasserheizern (100), das Gegenstand der Erfindung ist, nur anhand von nicht einschränkenden Beispielen zum besseren Verständnis des Gegenstandes beschrieben.

[0025] Die Erfindung betrifft ein System (200) zur Erkennung einer Verstopfung in einem Wärmetauscher (150) eines Wasserheizers (100) und damit der Restlebensdauer des Wärmetauschers (150). Wie in Figur 1 dargestellt, umfasst der Wasserheizer (100) eine erste Leitung (110), die hydraulisch mit einem Zentralheizkreislauf (310) verbunden ist, und eine zweite Leitung (120), die hydraulisch mit einer Hauswasserleitung verbunden ist. Die zirkulierende Flüssigkeit aus dem Zentralheizkreislauf (310) tritt in die erste Leitung (110) ein, wo sie erwärmt wird, tritt dann aus und wieder in den Zentralheizkreislauf (310) ein. Das Leitungswasser, das aus einer Leitung wie der städtischen Wasserversorgung kommt, wird in die zweite Leitung (120) eingeleitet und nach dem Erhitzen in die Hauswasserleitung (320) eingeführt, um von den Verbrauchern über Komponenten wie Wasserhähne usw. genutzt zu werden. Die Flüssigkeit in der ersten Leitung (110) kann Wasser oder eine andere für Heizzwecke verwendete Flüssigkeit sein. Die erste Leitung (110) kann auch eine Pumpe für das Bewegen der Flüssigkeit umfassen.

[0026] Der Wasserheizer (100) umfasst eine Heizzelle (130) zur Erwärmung der Flüssigkeit in der ersten Leitung (110). Die Heizzelle (130) liefert Wärme durch den Verbrauch von Energieelementen wie Elektrizität, Gas und dergleichen. Die Heizzelle (130) kann durch thermostatähnliche Einrichtungen oder eine Steuereinheit (210) gesteuert werden. Mit anderen Worten können die Zyklen, in denen die Heizzelle (130) ein- und ausgeschaltet wird, durch diese Komponenten gesteuert werden.

[0027] Der Wasserheizer (100) umfasst einen Wärmetauscher (150), um eine Wärmeübertragung zwischen der erwärmten Flüssigkeit in der ersten Leitung (110) und dem Wasser in der zweiten Leitung (120) zu gewährleisten, ohne dass diese sich miteinander vermischen. Der Wärmetauscher (150) umfasst ein erstes Volumen (151), das die Flüssigkeit in der ersten Leitung (110) aufnimmt, ein zweites Volumen (152), das die Flüssigkeit in der zweiten Leitung (120) aufnimmt, und ein Wärmeübertragungsmittel (153) zur Wärmeübertragung zwischen dem ersten Volumen (151) und dem zweiten Volumen (152). Das Wärmeübertragungselement (153) ist aus einem wärmeleitenden Material hergestellt. Der Wärmetauscher (150) kann von einem Typ sein, der im Stand der Technik als Plattentyp bekannt ist. Die Neuerung in dem erfindungsgemäßen System (200) besteht darin, eine Lebensdauer des Wärmetauschers (150) in Abhängigkeit vom Zustand der Verstopfung im zweiten Volumen (152) des Wärmetauschers (150) zu bestimmen.

[0028] Das System (200) umfasst einen ersten Temperatursensor (221) zur Messung der Temperatur der Flüssigkeit, die in das erste Volumen (151) des Wärmetauschers (150) eintritt. Der erste Temperatursensor (221) misst die Temperatur der Flüssigkeit in der ersten Leitung (110) vor dem Eintritt in das erste Volumen (151). In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der erste Temperatursensor (221) am Einlass des ersten Volumens (151) vorgesehen. Das System (200) umfasst ferner einen zweiten Temperatursensor (222) zur Messung der Temperatur der aus dem ersten Volumen (151) austretenden Flüssigkeit. Der zweite Temperatursensor (222) misst die Temperatur, mit der die Flüssigkeit in der ersten Leitung (110) aus dem ersten Volumen (151) austritt. In einer bevorzugten Ausführungsform

der Erfindung ist der zweite Temperatursensor (222) am Auslass des ersten Volumens (151) vorgesehen.

[0029] Das System (200) umfasst einen dritten Temperatursensor (231) zur Messung der Temperatur der in das zweite Volumen (152) des Wärmetauschers (150) eintretenden Flüssigkeit. Der dritte Temperatursensor (231) misst die Temperatur der Flüssigkeit in der zweiten Leitung (120), bevor sie in das zweite Volumen (152) eintritt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der dritte Temperatursensor (231) am Einlass des zweiten Volumens (152) vorgesehen. Das System (200) umfasst ferner einen vierten Temperatursensor (232) zur Messung der Temperatur der aus dem zweiten Volumen (152) austretenden Flüssigkeit. Der vierte Temperatursensor (232) misst die Temperatur, mit der die Flüssigkeit in der zweiten Leitung (120) aus dem zweiten Volumen (152) austritt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der vierte Temperatursensor (232) am Auslass des zweiten Volumens (152) vorgesehen.

[0030] Das System (200) umfasst eine Durchflussmesseinrichtung (240), die in der zweiten Leitung (120) oder in der Hauswasserleitung (320) vorgesehen ist. Die Durchflussmesseinrichtung (240) misst den Massen- oder Volumenstrom der Flüssigkeit in der zweiten Leitung (120) oder in der Hauswasserleitung (320). In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung misst die Durchflussmesseinrichtung (240) den Massenstrom der Flüssigkeit in der zweiten Leitung (120) oder in der Hauswasserleitung (320). In einer möglichen Ausführungsform der Erfindung misst die Durchflussmesseinrichtung (240) den Volumenstrom der Flüssigkeit in der zweiten Leitung (120) oder in der Hauswasserleitung (320). Die Durchflussmesseinrichtung (240) kann ein elektromagnetischer, ein Ultraschall-, ein Wirbel-, ein Spiral- oder ein anderer in der Technik bekannter Durchflussmesser sein.

[0031] Das System (200) umfasst eine Steuereinheit (210), die die Temperatur- und Durchflussmessungen empfängt. Die Steuereinheit (210) umfasst eine Prozessoreinheit (211) zum Empfang von Temperatur- und Durchflussmessungen von einem ersten Temperatursensor (221), einem zweiten Temperatursensor (222), einem dritten Temperatursensor (231), einem vierten Temperatursensor (232) und einer Durchflussmesseinrichtung (240). Die Steuereinheit (210) umfasst eine Speichereinheit (212), die der Prozessoreinheit (211) derart zugeordnet ist, dass die Prozessoreinheit (211) Daten lesen und Daten aufzeichnen kann. Die genannte Prozessoreinheit (211) kann ein Mikroprozessor sein, auf dem Softwarecodes ausgeführt werden. Die Steuereinheit (210) speichert die empfangenen Temperatur- und Durchflussmessungen in der Speichereinheit (212) indem sie diese ihren Empfangszeiten zuordnet. Die Steuereinheit (210) bestimmt eine Wärmeübertragungsrate des zweiten Volumens (152) gemäß den von dem dritten Temperatursensor (231), dem vierten Temperatursensor (232) und der Durchflussmesseinrichtung (240) empfangenen Messungen und gemäß einem spezifischen Wärmewert. Der hier genannte spezifische Wärmewert bezieht sich auf die Menge an Wärmeenergie, die für einen Temperaturanstieg einer Masseneinheit der in der Hauswasserleitung (320) oder in der zweiten Leitung (120) zirkulierenden Flüssigkeit erforderlich ist. Die Steuereinheit (210) bestimmt eine logarithmische mittlere Temperaturdifferenz für den Wärmetauscher (150) gemäß den vom ersten Temperatursensor (221), dem zweiten Temperatursensor (222), dem dritten Temperatursensor (231) und dem vierten Temperatursensor (232) empfangenen Messungen. Die genannte logarithmische mittlere Temperaturdifferenz ist ein Mittelwert der Temperaturänderungen im ersten Volumen (151) und im zweiten Volumen (152) des Wärmetauschers (150) gemäß den von den Temperatursensoren empfangenen Messungen. Die Steuereinheit (210) bestimmt einen Wärmeübertragungskoeffizienten gemäß der logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz und der Wärmeübertragungsrate, die in Abhängigkeit von der Wärmeübertragungsfläche des Wärmetauschers (150) berechnet wird. Die Wärmeübertragungsfläche bezieht sich auf die Oberfläche des Wärmeübertragungselements (153), das zwischen dem ersten Volumen (151) und dem zweiten Volumen (152) vorgesehen ist. Die Steuereinheit (210) berechnet periodisch den Wärmeübertragungskoeffizienten und speichert diesen in der Speichereinheit (212).

[0032] Das System (200) umfasst eine Benutzerschnittstelle (260), über die ein Benutzer die von der Steuereinheit (210) empfangenen Messungen oder berechneten Werte nachverfolgen kann. Die Steuereinheit (210) überwacht den Wärmeübertragungskoeffizienten auf der Benutzerschnittstelle (260). Die Benutzerschnittstelle (260) kann auf dem Wasserheizer (100) angeordnet sein. In einer möglichen Ausführungsform kann sich die Benutzerschnittstelle (260) in einem vom Wasserheizer (100) entfernten Raum befinden und einen drahtgebundenen oder drahtlosen Datenaustausch mit der Steuereinheit (210) ermöglichen.

[0033] Die Steuereinheit (210) bestimmt eine Lebensdauer, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient einen ersten Schwellenwert überschreitet. Diese Lebensdauer wird auf der Grundlage der gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten mit Hilfe eines Alterungsmodells berechnet. Die Lebensdauer bezieht sich auf die Restlebensdauer des Wärmetauschers (150), nachdem der Wärmeübertragungskoeffizient einen zweiten Schwellenwert überschritten hat. Die hier genannte Lebensdauer bezieht sich auf die geschätzte Restbetriebsdauer des Wärmetauschers (150), ohne dass ein bestimmter Wirkungsgrad unterschritten wird. Wenn der Wärmetauscher (150) den genannten Wirkungsgrad unterschreitet, kann keine ausreichende Wärmeübertragung zwischen dem ersten Volumen (151) und dem zweiten Volumen (152) gewährleistet werden und es wird mehr Energie als nötig verbraucht. Das erwähnte Alterungsmodell ist ein Software-Algorithmus. Das Alterungsmodell ist ein stochastisches maschinelles Lernmodell, das mit gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten trainiert wird. Dementsprechend bestimmt die Steuereinheit (210) das Alterungsmodell des Wärmetauschers (150) auf der Grundlage der vorherigen Wärmeübertragungskoeffizienten. Als nicht einschränkendes Beispiel kann die Feststellung einer Abnahme des Wärmeübertragungskoeffizienten auf eine Verstopfung im

Wärmetauscher (150) hinweisen. Hier zeigt das mit den gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten trainierte Alterungsmodell einen Abnahmetrend des Wärmeübertragungskoeffizienten. Wenn der Wärmeübertragungskoeffizient einen ersten Schwellenwert überschreitet, kann dementsprechend die Restlebensdauer des Wärmetauschers (150) als Ergebnis der Überschreitung eines zweiten Schwellenwertes berechnet werden.

[0034] Die Steuereinheit (210) ist so konfiguriert, dass sie ein Warnsignal erzeugt, wenn die Lebensdauer einen ersten Lebensdauerschwellenwert überschreitet. Der erste Lebensdauerschwellenwert bezieht sich auf eine bestimmte Zeitspanne. Der erste Lebensdauerschwellenwert kann während der Produktion oder durch den Benutzer festgelegt werden. Wenn der erste Lebensdauerschwellenwert beispielsweise auf 90 Tage eingestellt ist, erzeugt die Steuereinheit (210) das Warnsignal, wenn die Lebensdauer unter 90 Tage fällt.

[0035] In einer möglichen Ausführungsform wird das Warnsignal von der Steuereinheit (210) auf der Benutzerschnittstelle (260) überwacht. In einer möglichen Ausführungsform der Erfindung kann ein zweiter Lebensdauerschwellenwert bestimmt werden. Wenn der zweite Lebensdauerschwellenwert überschritten wird, kann die Steuereinheit (210) den Betrieb des Wasserheizers (100) stoppen.

[0036] Die Steuereinheit (210) empfängt die Temperatur- und Durchflussmessungen in Echtzeit. Die Prozessoreinheit (211) verarbeitet die empfangenen Messwerte kontinuierlich. Die Wärmeübertragungsrate wird nach der folgenden Formel (1) berechnet.

$$(1) \quad (Q_{CH} = \dot{m}_{CH} \times c_{p,CH} \times \Delta T_{CH})$$

[0037] Dabei ist " Q_{CH} " die Wärmeübertragungsrate in der Hauswasserleitung (320); " $\dot{m}_{CH}$ " ist der Massenstrom in der Hauswasserleitung (320); " $c_{p,CH}$ ", ist der spezifische Wärmewert der Flüssigkeit in der zweiten Leitung (120); " ΔT_{CH} " ist die Temperaturdifferenz der Flüssigkeit am Einlass und Auslass des zweiten Volumens (152).

[0038] Die logarithmische mittlere Temperaturdifferenz wird nach der folgenden Formel (2) berechnet.

$$(2) \quad LMTD = \frac{(T_{CH,inlet} - T_{DHW,outlet}) - (T_{CH,outlet} - T_{DHW,inlet})}{\ln \left(\frac{T_{CH,inlet} - T_{DHW,outlet}}{T_{CH,outlet} - T_{DHW,inlet}} \right)}$$

[0039] Dabei steht "LMTD" für die logarithmische mittlere Temperaturdifferenz; "T" steht für die Temperatur; "CH" steht für den Zentralheizkreislauf (310); "DHW" steht für die Hauswasserleitung (320); "inlet" steht für den Einlass; "outlet" steht für den Auslass.

[0040] Der Wärmeübertragungskoeffizient wird nach der folgenden Formel (3) berechnet.

$$(3) \quad U = \frac{\dot{Q}_{CH}}{A \cdot LMTD}$$

[0041] Dabei ist "U" der Wärmeübertragungskoeffizient; " $\dot{Q}_{CH}$ " die Wärmeübertragungsrate in der Hauswasserleitung (320); "A" die Wärmeübertragungsfläche des Wärmeübertragungselements (153); "LMTD" die logarithmische mittlere Temperaturdifferenz.

[0042] In einer beispielhaften Ausführungsform wird eine Lebensdauerberechnung durchgeführt, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient einen ersten Schwellenwert überschreitet. Der Hauptzweck der Verwendung des ersten Schwellenwerts besteht darin, der Prozessoreinheit (211) Zeit zu geben, um genügend Daten zu erhalten. Die Lebensdauer bezieht sich auf die geschätzte Restlebensdauer des Wärmetauschers (150), die verbleibt, nachdem der Wärmeübertragungskoeffizient einen zweiten Schwellenwert überschritten hat.

[0043] Der Schutzzumfang der Erfindung ist in den Ansprüchen in der Anlage angegeben und kann nicht auf das beschränkt werden, was in dieser detaillierten Beschreibung zum Zweck der Angabe von Beispielen erläutert wird. Es ist offensichtlich, dass der Fachmann auf dem technischen Gebiet im Lichte der obigen Erläuterungen ähnliche Ausführungsformen erstellen kann.

DIE IN DEN FIGUREN ANGEgebenEN REFERENZNUMMERN

[0044]

	100 Wasserheizer
	110 Erste Leitung
	120 Zweite Leitung
	130 Heizzelle
5	150 Wärmetauscher
	151 Erstes Volumen
	152 Zweites Volumen
	153 Wärmeübertragungselement
	200 System
10	210 Steuereinheit
	211 Proessoreinheit
	212 Speichereinheit
	221 Erster Temperatursensor
	222 Zweiter Temperatursensor
15	231 Dritter Temperatursensor
	232 Vierter Temperatursensor
	240 Durchflussmesseinrichtung
	260 Benutzerschnittstelle
	310 Zentralheizkreislauf
20	320 Hauswasserleitung

Patentansprüche

- 25 1. System (200) zur Erkennung einer Verstopfung im zweiten Volumen (152) eines Wärmetauschers (150) eines Wasserheizers (100), umfassend eine erste Leitung (110), die hydraulisch mit einem Zentralheizkreislauf (310) verbunden ist, und eine zweite Leitung (120), die hydraulisch mit einer Hauswasserleitung (320) verbunden ist; eine mit der ersten Leitung (110) verbundene Heizzelle (130) zum Erwärmen der Flüssigkeit in der ersten Leitung (110);
 30 und einen Wärmetauscher (150) für die Wärmeübertragung zwischen der ersten Leitung (110) und der zweiten Leitung (120), umfassend ein erstes Volumen (151), das hydraulisch mit der ersten Leitung (110) verbunden ist, ein zweites Volumen (152), das hydraulisch mit der zweiten Leitung (120) verbunden ist, ein Wärmeübertragungselement (153), das zwischen dem ersten Volumen (151) und dem zweiten Volumen (152) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen ersten Temperatursensor (221) zur Messung der Temperatur der in das erste Volumen (151) eintretenden Flüssigkeit; einen zweiten Temperatursensor (222) zur Messung der Temperatur der
 35 aus dem ersten Volumen (151) austretenden Flüssigkeit; einen dritten Temperatursensor (231) zur Messung der Temperatur der in das zweite Volumen (152) eintretenden Flüssigkeit; einen vierten Temperatursensor (232) zur Messung der Temperatur der aus dem zweiten Volumen (152) austretenden Flüssigkeit; eine Durchflussmesseinrichtung (240) zur Messung des Massenstroms der Flüssigkeit in der zweiten Leitung (120) oder in der Hauswasserleitung (320); eine Steuereinheit (210), die so angeordnet ist, dass sie Temperatur- und Durchflussmessungen von dem ersten Temperatursensor (221), dem zweiten Temperatursensor (222), dem dritten Temperatursensor (231), dem vierten Temperatursensor (232) und der Durchflussmesseinrichtung (240) empfängt, umfasst, wobei
 40 die Steuereinheit (210) so konfiguriert ist, dass sie die empfangenen Temperatur- und Durchflussmessungen in einer Speichereinheit (212) speichert, indem sie die empfangenen Temperatur- und Durchflussmessungen ihren Empfangszeiten zuordnet; eine Wärmeübertragungsrate des zweiten Volumens (152) gemäß Messungen, die von dem dritten Temperatursensor (231), dem vierten Temperatursensor (232) und der Durchflussmesseinrichtung (240) empfangen werden, und gemäß einem spezifischen Wärmewert bestimmt; eine logarithmische mittlere Temperaturdifferenz für den Wärmetauscher (150) gemäß Messungen, die von dem ersten Temperatursensor (221), dem zweiten Temperatursensor (222), dem dritten Temperatursensor (231) und dem vierten Temperatursensor (232) empfangen werden, bestimmt; in Abhängigkeit von der Wärmeübertragungsfläche des Wärmetauschers (150) einen Wärmeübertragungskoeffizienten gemäß der logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz und der Wärmeübertragungsrate bestimmt; den Wärmeübertragungskoeffizienten periodisch berechnet und in der Speichereinheit (212) speichert,
 45 wobei die Steuereinheit so konfiguriert ist, dass sie folgende Verfahrensschritte ausführt:
- 50
- 55 - die Überwachung der Wärmeübertragungskoeffizienten,
 - Bestimmen der Lebensdauer mittels eines Alterungsmodells gemäß den gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient einen ersten Schwellenwert überschreitet und der Wärmeübertragungskoeffizient einen zweiten Schwellenwert überschreitet.

2. System (200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Alterungsmodell ein stochastisches maschinelles Lernmodell ist, das mit gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten trainiert wird.
- 5 3. System (200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (210) so konfiguriert ist, dass sie den Wärmeübertragungskoeffizienten durch Multiplikation der Durchflussmessung, des spezifischen Wärmewertes und der Differenz der Temperaturmessungen des dritten Temperatursensors (231) und des vierten Temperatursensors (232) bestimmt.
- 10 4. System (200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Benutzerschnittstelle (260) umfasst, die von einer Steuereinheit (210) gesteuert wird, wobei die Steuereinheit (210) so konfiguriert ist, dass sie die Lebensdauer auf der Benutzerschnittstelle (260) überwacht.
- 15 5. System (200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (210) so konfiguriert ist, dass sie ein Warnsignal erzeugt, wenn die Lebensdauer einen ersten Lebensdauerschwellenwert überschreitet.
- 20 6. System (200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (210) so konfiguriert ist, dass sie das Warnsignal auf der Benutzerschnittstelle (260) anzeigt.
7. Heizgerät umfassend ein System (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.
8. System (200) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizgerät ein Kombi-Wasserheizer ist.
- 25 9. Verfahren zur Erkennung einer Verstopfung im zweiten Volumen (152) eines Wärmetauschers (150) eines Wasserheizers (100), umfassend eine erste Leitung (110), die hydraulisch mit einem Zentralheizkreislauf (310) verbunden ist, und eine zweite Leitung (120), die hydraulisch mit einer Hauswasserleitung (320) verbunden ist; eine mit der ersten Leitung (110) verbundene Heizzelle (130) zum Erwärmen der Flüssigkeit in der ersten Leitung (110); und einen Wärmetauscher (150) für die Wärmeübertragung zwischen der ersten Leitung (110) und der zweiten Leitung (120) umfassend ein erstes Volumen (151), das hydraulisch mit der ersten Leitung (110) verbunden ist, ein zweites Volumen (152), das hydraulisch mit der zweiten Leitung (120) verbunden ist, ein Wärmeübertragungselement (153), das zwischen dem ersten Volumen (151) und dem zweiten Volumen (152) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (210) so konfiguriert ist, dass sie folgende Verfahrensschritte ausführt:
 - Bestimmen der Temperatur der in der zweiten Leitung (120) befindlichen und in das zweite Volumen (152) eintretenden Flüssigkeit, der Temperatur der in der zweiten Leitung (120) befindlichen und aus dem zweiten Volumen (152) austretenden Flüssigkeit, des Massenstroms der Flüssigkeit in der Hauswasserleitung (320) und einer Wärmeübertragungsrate des zweiten Volumens (152) gemäß einem spezifischen Wärmewert
 - Bestimmen einer logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz für den Wärmetauscher (150) gemäß den Temperaturen der in den Wärmetauscher (150) eintretenden und aus ihm austretenden Flüssigkeiten
 - Bestimmen eines Wärmeübertragungskoeffizienten in Abhängigkeit von der Wärmeübertragungsfläche des Wärmetauschers (150) gemäß der logarithmischen mittleren Temperaturdifferenz und der Wärmeübertragungsrate; zeitabhängiges Speichern des besagten Wärmeübertragungskoeffizienten in einer Speichereinheit (212);
 - Überwachen des Wärmeübertragungskoeffizienten
 - Bestimmen der Lebensdauer mittels eines Alterungsmodells gemäß den gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient einen ersten Schwellenwert überschreitet und der Wärmeübertragungskoeffizient einen zweiten Schwellenwert überschreitet.
- 35 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Alterungsmodell ein stochastisches maschinelles Lernmodell ist, das mit den gespeicherten Wärmeübertragungskoeffizienten trainiert wird.
- 50 11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es so konfiguriert ist, dass ein Warnsignal ausgegeben wird, wenn die Lebensdauer einen ersten Lebensdauerschwellenwert überschreitet.

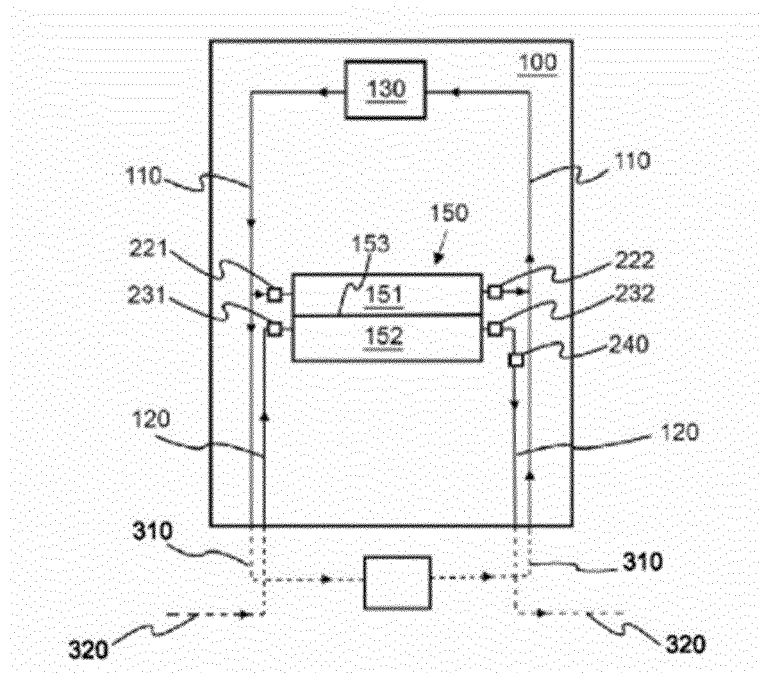


Fig. 1

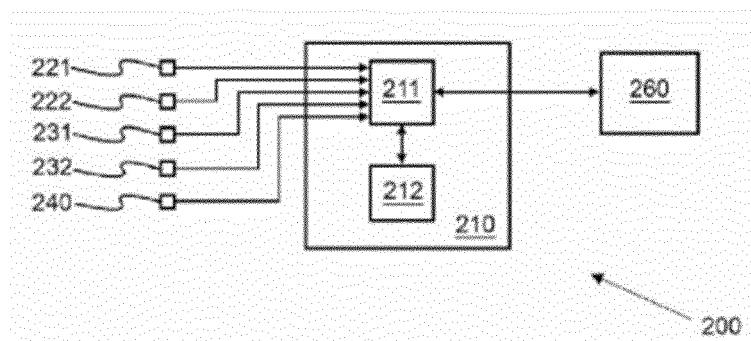


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 21 4819

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 908 059 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. August 2015 (2015-08-19)	1, 3, 5, 7-9, 11	INV. F24H1/52
Y	* Absätze [0002], [0003], [0009], [0016], [0019], [0032], [0040] - [0043], [0060]; Abbildungen 1, 2 *	2, 4, 6, 10	F24H9/20 F24H15/104 F24H15/212 F24H15/238
Y	EP 2 392 982 A2 (FISHER ROSEMOUNT SYSTEMS INC [US]) 7. Dezember 2011 (2011-12-07) * Absätze [0057] - [0059], [0076] - [0077], [0083] - Absatz [0087] *	2, 4, 6, 10	F24H15/395
A	EP 3 901 550 A1 (BOSCH TERMOTEKNIK ISITMAVE KLIMA SANAYI TICARET ANONIM SIRKETI [TR]) 27. Oktober 2021 (2021-10-27) * das ganze Dokument *	1-11	
A	WO 2007/031087 A1 (DANFOSS AS [DK]; BENONYSSON ATLI [DK]) 22. März 2007 (2007-03-22) * das ganze Dokument *	1-11	
A	EP 0 155 826 A2 (BARCOCK & WILCOX CO [US]) 25. September 1985 (1985-09-25) * das ganze Dokument *	1-11	F24H F24D F28F
A	JP 2020 176729 A (RINNAI KK) 29. Oktober 2020 (2020-10-29) * das ganze Dokument *	1-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2023	Prüfer Riesen, Jörg
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche 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	

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

EP 22 21 4819

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.

16-05-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2908059 A1	19-08-2015	DE 102014202478 A1	13-08-2015
		EP 2908059 A1	19-08-2015
EP 2392982 A2	07-12-2011	CN 101535909 A	16-09-2009
		CN 102789226 A	21-11-2012
		EP 2057517 A2	13-05-2009
		EP 2392982 A2	07-12-2011
		JP 5197610 B2	15-05-2013
		JP 5650173 B2	07-01-2015
		JP 2010506268 A	25-02-2010
		JP 2013008385 A	10-01-2013
		US 2008082304 A1	03-04-2008
		WO 2008040018 A2	03-04-2008
EP 3901550 A1	27-10-2021	KEINE	
WO 2007031087 A1	22-03-2007	CN 101310149 A	19-11-2008
		DE 102005043952 A1	05-04-2007
		DK 1926942 T3	23-03-2015
		EP 1926942 A1	04-06-2008
		PL 1926942 T3	30-04-2015
		US 2009020282 A1	22-01-2009
		WO 2007031087 A1	22-03-2007
EP 0155826 A2	25-09-1985	AU 565509 B2	17-09-1987
		BR 8500511 A	03-12-1985
		CA 1220274 A	07-04-1987
		EP 0155826 A2	25-09-1985
		ES 8603051 A1	01-12-1985
		HK 31291 A	03-05-1991
		IN 161899 B	20-02-1988
		JP S60207900 A	19-10-1985
		KR 870005252 A	05-06-1987
		MX 162084 A	25-03-1991
JP 2020176729 A	29-10-2020	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102009042994 [0005]