

(19)



(11)

EP 3 441 694 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.04.2021 Patentblatt 2021/17

(51) Int Cl.:
F24H 9/00 (2006.01) **F28F 19/00** (2006.01)
F28G 15/00 (2006.01) **G07C 3/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18181566.3**

(22) Anmeldetag: **04.07.2018**

(54) VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER WÄRMETECHNISCHEN ANLAGE

METHOD FOR OPERATING A THERMOTECNICAL SYSTEM

PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION THERMIQUE

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **11.08.2017 DE 102017214069**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.02.2019 Patentblatt 2019/07

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Koeberlein, Paul
91785 Pleinfeld (DE)**
• **Leher, Gunther
91732 Merkendorf (DE)**
• **Sponsel-Lorenz, Elke
85095 Denkendorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 908 059 WO-A1-2011/003444
DE-A1- 10 050 147 DE-A1- 10 222 187
DE-A1- 19 504 325 DE-A1-102013 110 489
GB-A- 2 406 901 US-A1- 2005 133 211

EP 3 441 694 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Aus der DE 10050147 A1 ist ein Feldgerät zur Erfassung von Mess-, Zähl- und digitalisierten Werten sowie Schaltwerten bekannt, das die für den Zustand einer Maschine / Anlage relevanten Daten während der Laufzeit der Maschine kontinuierlich erfasst und digitalisiert, wobei es aus diesen Daten Single- und kalkulierte Prozessdaten sowie Betriebsdaten kontinuierlich berechnet und das während festlegbarer Zeitabschnitte die statistischen Kennwerte dieser Daten errechnet, speichert und somit für weitere Auswertungen verfügbar sind.

[0002] Die DE 102013110489 A1, die GB 2406901 A und die US 2005/133211 A1 zeigen Gegenstände nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Offenbarung der Erfindung Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer wärmetechnischen Anlage, wobei die wärmetechnische Anlage mehrere Komponenten, insbesondere einen Heiz- und/oder Dampfkessel, umfasst, ist dadurch gekennzeichnet, dass aus erfassten Verschmutzungswerten der wärmetechnischen Anlage und/oder mindestens einer Komponente ein erwarteter Erreichungszeitwert ermittelt wird, zu dem ein vorgegebener kritischer Verschmutzungswert der wärmetechnischen Anlage und/oder der mindestens einen Komponente insbesondere erstmalig erreicht oder überschritten wird, und dass der erwartete Erreichungszeitwert in einen Speicher geschrieben wird, wobei ein tatsächlicher Erreichungszeitwert, zu dem der erfasste Verschmutzungswert den kritischen Verschmutzungswert insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet, in den Speicher geschrieben wird.

[0003] Unter einer wärmetechnischen Anlage ist eine Anlage oder ein System zu verstehen, mit der/dem Wärme bzw. eine Wärmeleistung bereitgestellt werden kann, insbesondere in Form eines warmen Wärmeträgerfluids bzw. eines warmen Wärmeträgerfluidstroms wie Wasser, Luft oder Dampf, oder in Form von Strahlung. Diese Bereitstellung beruht auf einer Energiewandlung, insbesondere einer Verbrennung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs. Unter Komponenten der wärmetechnischen Anlage sind die Bauteile und Baugruppen zu verstehen, aus denen sich die Anlage zusammensetzt, insbesondere solche, die mit der Wärmebereitstellung in Verbindung stehen, beispielsweise ein Heiz- und/oder Dampfkessel, ein Wasserraum oder ein Feuerraum des Heizkessels, Zuführleitungen für Brennstoff und Verbrennungsluft, ein Brenner, ein Gebläse, ein Wärmetauscher, Abführleitungen für Abgas oder Wärmeträgerfluid. Unter Verschmutzung wird ein zeitveränderlicher Zustand verstanden, der insbesondere mit dem Betrieb der Anlage in Zusammenhang steht und Beeinträchtigungen des Anlagenbetriebs bedeuten kann, beispielsweise Ablagerungen im Luftweg, am Brenner, im Feuerraum oder Abgasweg, im Wasserraum, im Wärmetauscher, beispielsweise Kalk, Schlamm, mineralische

oder Staub- oder Rußablagerungen. Unter einem Verschmutzungswert wird ein Wert, insbesondere ein Zahlenwert, verstanden, der Aufschluss über eine Größe einer vorliegenden Verschmutzung gibt. Ein kritischer Verschmutzungswert ist ein Verschmutzungswert, der eine nicht mehr tolerierte Beeinträchtigung des Anlagenbetriebs bedeutet, weil zum Beispiel ein Luftleitungsquerschnitt deutlich reduziert, ein Wärmeübergang an einem Wärmetauscher deutlich herabgesetzt, ein Abgasverlust deutlich zu hoch, ein Wirkungsgrad oder eine Effizienz zu niedrig, Betriebskosten zu hoch, ein Betriebsrisiko zu hoch ausfällt. Ein solcher kritischer Verschmutzungswert kann vorgegeben, insbesondere von einem Anlagenbetreiber im Rahmen einer Anlagenregelung numerisch vorgegeben, sein. Unter einem Zeitwert wird der Wert, insbesondere Zahlenwert, einer Zeit, insbesondere eines Zeitpunkts, verstanden, beispielsweise eine Uhrzeit oder ein Kalenderdatum. Unter einem erwarteten Erreichungszeitwert wird ein Zeitwert verstanden, zu dem der Verschmutzungswert der Anlage und/oder der mindestens einen Komponente den kritischen Verschmutzungswert erwartetermaßen erreicht oder überschreitet. Erwarten bedeutet eine in die Zukunft gerichtete Prognose oder Berechnung oder Annahme oder Vermutung. Ein Speicher ist hier ein elektronisches Element (auch Datenspeicher, Datenträger oder Speichermedium genannt), das Daten festhalten kann, insbesondere ein Element, in das Daten eingespeichert, also eingeschrieben, in dem Daten aufbewahrt, und aus dem Daten ausgelesen, also ausgegeben, werden können, insbesondere zur weiteren Nutzung und/oder Verarbeitung. Das erfindungsgemäße Verfahren kann von einem der wärmetechnischen Anlage zugeordneten Regelgerät gesteuert und/oder geregelt werden. Beispielsweise kann das Regelgerät den Speicher umfassen. Bei dem Verfahren wird ein tatsächlicher Erreichungszeitwert, zu dem der erfasste Verschmutzungswert den kritischen Verschmutzungswert insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet, in den Speicher geschrieben. Damit wird eine Auswertung und Bewertung dieses Werts möglich.

[0004] Mit dieser Erfindung ist ein Verfahren zur vorausschauenden Überwachung des Verschmutzungszustandes einer wärmetechnischen Anlage und/oder mindestens einer Komponente geschaffen, das es ermöglicht, einen in der Zukunft liegenden Zeitwert zu ermitteln, zu dem ein kritischer Verschmutzungswert erwartet wird, und mit diesem gespeicherten Wert im Rahmen der Anlagenregelung weiterzuarbeiten. Somit wird ein Anlagenbetreiber über eine anstehende Erreichung und/oder Überschreitung des kritischen Wertes informiert und in die Lage versetzt, eine Reinigung der wärmetechnischen Anlage und/oder Komponente, eine Wartung, eine Instandsetzung oder einen Komponententausch zu planen und rechtzeitig durchzuführen, bevor es zu einem Ausfall oder einer Betriebseinschränkung oder einem Wirkungsgradverlust der Anlage aufgrund von Verschmutzung kommt.

[0005] Ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren

zum Betreiben einer wärmetechnischen Anlage, wobei die wärmetechnische Anlage mehrere Komponenten, insbesondere einen Heizkessel, umfasst, ist gekennzeichnet durch folgende Schritte. Erster Schritt: Erfassen mindestens eines ersten Verschmutzungswerts und mindestens eines zugeordneten ersten Erfassungszeitwerts sowie zweiter Schritt: Erfassen mindestens eines zweiten Verschmutzungswerts und mindestens eines zugeordneten zweiten Erfassungszeitwerts, wobei ein erfasster Verschmutzungswert einen zu einer auswählbaren Erfassungszeit vorliegenden Verschmutzungszustand der wärmetechnischen Anlage und/oder mindestens einer Komponente repräsentiert, und wobei ein Erfassungszeitwert die jeweilige Erfassungszeit repräsentiert. Dritter Schritt: Extrapolieren mindestens eines für eine Zukunft erwarteten Verschmutzungswerts und/oder eines für die Zukunft erwarteten zeitlichen Verlaufs von Verschmutzungswerten, auf Grundlage der ersten und zweiten Verschmutzungswerte und der zugeordneten ersten und zweiten Erfassungszeitwerte. Vierter Schritt: Ermitteln mindestens eines erwarteten Erreichungszeitwerts, zu dem der mindestens eine erwartete Verschmutzungswert mindestens einen vorgebbaren kritischen Verschmutzungswert der wärmetechnischen Anlage und/oder der mindestens einen Komponente insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet. Fünfter Schritt: Schreiben des erwarteten Erreichungszeitwerts in einen Speicher. Weiterer Schritt: Schreiben eines tatsächlichen Erreichungszeitwerts, zu dem der erfasste Verschmutzungswert den kritischen Verschmutzungswert insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet, in den Speicher.

[0006] Die Erfassung des Verschmutzungswerts erfolgt während einer Erfassungszeit, beispielsweise ein Zeitpunkt oder eine Zeitdauer. Der Erfassungszeitwert repräsentiert die Erfassungszeit, indem der Erfassungszeit ein Zeitwert (beispielsweise eine Uhrzeit oder ein Tagesdatum oder eine Kalenderwochennummer) zugeordnet wird. Der Erfassungszeitwert kann beispielsweise der Zeitwert eines Beginns oder eines Endes einer Erfassung sein. Somit ist der Erfassungszeitwert einem Verschmutzungswert zugeordnet ("Wertepaar" aus Verschmutzungswert und Erfassungszeitwert), wobei der Verschmutzungswert während der Erfassungszeit erfasst wird. Eine Erfassungszeit kann nach einer vorgegebenen Zeitregel ausgewählt sein. Extrapolieren bedeutet ein Ableiten und/oder Berechnen eines für die Zukunft erwarteten Wertes oder Wertepaares basierend auf bekannten (historischen) Werten oder Wertepaaren. Dem Extrapolieren liegt eine bestimmte Annahme über einen Zusammenhang zwischen den bekannten und den erwarteten Werten oder Wertepaaren zugrunde. Unter einem erwarteten zeitlichen Verlauf von Verschmutzungswerten ist eine zeitliche Abfolge oder ein funktionaler zeitlicher Zusammenhang von Wertepaaren erwarteter Verschmutzungswert, erwarteter Zeitwert zu verstehen. Bei dem Verfahren wird ein tatsächlicher Erreichungszeitwert, zu dem der erfasste Verschmutzungs-

wert den kritischen Verschmutzungswert insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet, in den Speicher geschrieben. Damit wird eine Auswertung und Bewertung dieses Werts möglich.

[0007] Mit dieser Erfindung ist ein Verfahren zur vorausschauenden Überwachung des Verschmutzungszustandes geschaffen, das es ermöglicht, einen für eine Zukunft erwarteten Verschmutzungswert und/oder einen erwarteten Verschmutzungsverlauf vorherzusagen sowie einen in der Zukunft liegenden Zeitwert zu ermitteln, zu dem ein kritischer Verschmutzungswert einer wärmetechnischen Anlage und/oder einer Komponente erwartet wird, und mit diesem gespeicherten Wert im Rahmen der Anlagenregelung weiterzuarbeiten. Somit wird ein Anlagenbetreiber in die Lage versetzt, eine Reinigung der wärmetechnischen Anlage und/oder Komponente, eine Wartung, eine Instandsetzung oder einen Komponententausch zu planen und rechtzeitig durchzuführen, bevor es zu einem Ausfall oder einer Betriebseinschränkung oder einem Wirkungsgradverlust der Anlage aufgrund von Verschmutzung kommt.

[0008] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird der erwartete Erreichungszeitwert auf einem Ausgabemittel ausgegeben. Alternativ oder ergänzend kann die erwartete Restlaufzeit bis zum Erreichen des kritischen Verschmutzungswerts ausgegeben werden. Ein solches Ausgabemittel kann ein analoges oder digitales Ausgabemittel, vorzugsweise ein Ausgabemittel mit Skalanzeige oder Ziffernanzeige oder Klartextanzeige, sein. Eine solche Ausgestaltung ermöglicht es einem Anlagenbetreiber, sich schnell über den Verschmutzungszustand zu informieren und vorausschauend eine Reinigung zu planen.

[0009] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird ein Verhältniswert eines erfassten Verschmutzungswerts zum kritischen Verschmutzungswert ermittelt und ausgegeben. Ein solcher Verhältniswert zeigt einem Anlagenbetreiber an, wie viel Verschmutzung, bezogen auf den kritischen Verschmutzungswert, bereits vorliegt, beispielsweise in einer prozentualen Anzeige. Auch damit ist es für einen Anlagenbetreiber möglich, sich schnell über den Verschmutzungszustand zu informieren und vorausschauend eine Reinigung zu planen.

[0010] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird eine erste Warnmeldung ausgegeben, wenn der erwartete Erreichungszeitwert weniger als eine vorgebbare erste Vorwarnzeit von einem jüngsten Erfassungszeitwert entfernt ist. Eine Warnmeldung kann eine einmalige oder wiederkehrende oder dauernde Warnmeldung sein, die beispielsweise akustisch oder visuell wahrnehmbar ist und den Anlagenbetreiber darüber informiert, dass der erwartete Erreichungszeitwert näher rückt und nunmehr innerhalb einer vorgebbaren Vorwarnzeit liegt. Die Vorwarnzeit ist dabei eine Art überblickter bzw. überwachter Zeithorizont oder Prognosehorizont. Dies ist insbesondere dann von großem Vorteil, wenn der vorgebbare kritische Verschmutzungswert ein

maximal zulässiger Verschmutzungswert ist.

[0011] Bei noch einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird eine zweite Warnmeldung ausgegeben und/oder mindestens eine Funktion, insbesondere eine Leistung, der wärmetechnischen Anlage und/oder mindestens einer Komponente verändert, insbesondere reduziert und/oder abgeschaltet, wenn der erwartete Erreichungszeitwert weniger als eine vorgebbare zweite Vorwarnzeit von einem jüngsten Erfassungszeitwert entfernt ist. Mithilfe dieser Ausgestaltung kann die Anlage auf das Näherrücken des erwarteten Erreichungszeitwerts reagieren und vorausschauend, insbesondere selbsttätig, erste Schritte einleiten, beispielsweise zum Hinauszögern des erwarteten Erreichungszeitwerts und um dem Anlagebetreiber mehr Zeit für eine vorausschauende Planung einzuräumen, oder zum Absenken eines mit dem erwarteten Erreichungszeitwert einhergehenden Risikos für den Anlagenbetrieb wie beispielsweise ein Ausfall oder eine Betriebseinschränkung oder ein Wirkungsgradverlust der Anlage aufgrund von Verschmutzung. Dies ist insbesondere dann von großem Vorteil, wenn der vorgebbare kritische Verschmutzungswert ein maximal zulässiger Verschmutzungswert ist.

[0012] Bei einer Ausgestaltung des Verfahrens umfasst das Erfassen eines Verschmutzungswerts ein Messen und/oder ein Berechnen und/oder ein Einlesen über eine Datenschnittstelle. Erfassen durch Messen kann ein direktes Messen eines Verschmutzungswerts wie eine Dicke einer Schmutzschicht (beispielsweise eine Kalkschicht) oder eine Menge eines Schlammes sein. Andererseits kann es auch ein indirektes Messen eines Verschmutzungswerts sein durch Messen jener Werte, die sich aufgrund der Verschmutzung verändern, beispielsweise eine Abgastemperatur, eine Kesselvorlauftemperatur, eine Brennerleistung, ein Wirkungsgrad. Erfassen durch Berechnen bedeutet ein rechnerisches Ermitteln des Verschmutzungswerts auf Grundlage von insbesondere Messwerten und/oder Annahmen zum Betriebsverhalten. Erfassen durch Einlesen über eine Datenschnittstelle bedeutet, dass der Verschmutzungswert außerhalb des hier beschriebenen Verfahrens ermittelt (gemessen und/oder berechnet) und diesem Verfahren zugeführt wird.

[0013] Bei einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens werden beim Extrapolieren und/oder Ermitteln nur erfasste Verschmutzungswerte größer oder gleich einem Mindestverschmutzungswert berücksichtigt. Gerade niedrige Werte können durch eine Messunschärfe oder Ungenauigkeit verfälscht sein. Dies soll nach dieser Ausgestaltung nicht zur Ermittlung falscher erwarteter Werte führen. Dadurch wird die Vorhersage zuverlässiger und sicherer.

[0014] Bei einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist der erfasste Verschmutzungswert ein insbesondere über der Erfassungszeit zeitlich gemittelter Wert. Aufeinanderfolgende momentane Werte können je nach Art der Messung und/oder Berechnung mehr oder weniger stark um einen Mittelwert schwanken. Damit diese

Schwankungen sich nicht in schwankenden Vorhersagen niederschlagen, wird als Grundlage für die Ermittlung der erwarteten Verschmutzungswerte und Zeitwerte der Mittelwert herangezogen.

[0015] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens liegt eine Dauer der Erfassungszeit im Bereich zwischen einer Stunde und einem Monat. Die Dauer der Erfassungszeit ist die Zeitdauer, während der ein Verschmutzungszustand erfasst wird, beispielsweise mit mehreren Messwerten und/oder Berechnungswerten. Diese Dauer wird insbesondere zur Mittelwertbildung des Verschmutzungswerts herangezogen.

[0016] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens liegt ein zeitlicher Abstand zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden, eine jeweilige Erfassungszeit repräsentierenden Erfassungszeitwerten im Bereich zwischen einer Stunde und einer Woche. Beispielsweise können die Erfassungszeiten regelmäßig aufeinander folgen. Alternativ können die Erfassungszeiten auch mit zunehmenden Verschmutzungswerten zeitlich dichter aufeinander folgen.

[0017] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens liegt ein zeitlicher Abstand zwischen den einer Extrapolation zugrundegelegten Erfassungszeitwerten im Bereich zwischen einem Tag und einem Monat. Zur Extrapolation werden mindestens zwei Erfassungszeitwerte herangezogen, dies können zwei unmittelbar aufeinander folgende Erfassungszeitwerte sein, vorteilhafterweise können die Erfassungszeitwerte auch zeitlich weiter auseinander liegen und somit zuverlässigere Vorhersagen ermöglichen.

[0018] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens optimiert sich ein einer Extrapolation zugrundeliegendes Rechenmodell selbstlernend anhand des tatsächlichen Erreichungszeitwerts. Optional greift die Selbstoptimierung auch auf den erwarteten Erreichungszeitwert zu. Das Rechenmodell kann eine Annahme eines linearen oder nichtlinearen, beispielsweise zeitlich beschleunigt zunehmenden, Verschmutzungsverhaltens abbilden. Der tatsächliche Erreichungszeitwert und der erwartete Erreichungszeitwert können sich voneinander unterscheiden. Anhand dieser Differenz kann die Vorhersagegenauigkeit eines Rechenmodells verbessert werden, indem Annahmen, Rechenalgorithmen oder Parameter des Rechenmodells an das tatsächliche Verschmutzungsverhalten angepasst werden.

[0019] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird in einem ersten Schritt ein erfasster erster Verschmutzungswert mit dem Mindestverschmutzungswert verglichen, wobei bei Erreichung oder Unterschreitung des Mindestverschmutzungswerts das Verfahren beendet wird, und wobei bei Überschreitung das Verfahren fortgesetzt wird. In einem zweiten Schritt wird ein Verhältniswert des erfassten ersten Verschmutzungswerts zu einem vorgebbaren kritischen Verschmutzungswert ermittelt und ausgegeben. In einem dritten Schritt wird ein für einen in der Zukunft liegenden Prognosehorizont

[0020] (Zeithorizont) erwarteter Verschmutzungswert auf Grundlage von dem ersten Verschmutzungswert, einem auswählbaren erfassten zweiten Verschmutzungswert, diesen zugeordneten ersten und zweiten Erfassungszeitwerten, und einem Sicherheitsfaktor extrapoliert. In einem vierten Schritt wird der erwartete Verschmutzungswert mit dem kritischen Verschmutzungswert verglichen, wobei bei Unterschreitung des kritischen Verschmutzungswerts ein Zählwert eines Überschreitungszählers auf Null gesetzt wird, und wobei bei Erreichung oder Überschreitung der Zählwert des Überschreitungszählers um Eins erhöht wird. In einem fünften Schritt wird ein erwarteter Erreichungszeitwert, zu dem der erwartete Verschmutzungswert den kritischen Verschmutzungswert erstmalig erreicht oder überschreitet, auf einer Differenz aus dem Prognosehorizont und dem Zählwert des Überschreitungszählers basierend ermittelt. In einem sechsten Schritt wird der erwartete Erreichungszeitwert in einen Speicher geschrieben. Hierauf können weitere Schritte, entsprechend der vorstehend genannten Ausgestaltungen, folgen.

[0021] Im Ergebnis gibt das Verfahren zur vorausschauenden Überwachung des Verschmutzungszustands vorausschauende Empfehlungen, welche den Betreiber über zukünftige Ereignisse auf Basis aktuell erfasster Betriebsdaten informieren. Der Verschmutzungszustand kann beispielsweise aus einer Rauchgasaustrittstemperatur aus dem Kessel, dem vorliegenden Betriebsdruck eines Dampfkessels und der Leistungsanforderung an den Brenner bzw. der Brennstoffmenge ermittelt werden. Dementsprechend ist ein Verschmutzungswert ein kompakter Kennwert, welcher komprimiert die Information zur Verfügung stellt, ob bei den derzeitigen Betriebsbedingungen eine Verschmutzung vorliegt beziehungsweise wie sehr diese Verschmutzung die Wärmenutzung in der Anlage, also deren Effizienz, einschränkt. Für den Verschmutzungswert ist ein kritischer Wert definiert. Ab diesem Wert wird eine Reinigung des Kessels empfohlen. Für die vorausschauende Überwachung des Verschmutzungszustandes werden aufgezeichnete Daten herangezogen, um aus dem bisherigen Anlagenverhalten im Voraus abzuleiten, ob der maximal zulässige Wert des Verschmutzungszustands in einer definierten Zeitspanne in der Zukunft erreicht bzw. überschritten wird. Ziel ist es den Anlagenbetreiber über eine anstehende Überschreitung des kritischen Wertes zu informieren und somit vorab die gezielte Planung der Reinigung, welche die Effizienz der Anlage wieder steigert, zu ermöglichen.

Zeichnung

[0022] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigt

Figur 1: ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 2: ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0023] Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben einer wärmetechnischen Anlage, dabei umfasst die wärmetechnische Anlage mehrere Komponenten, insbesondere einen Heizkessel. In einem ersten Schritt A1 werden mindestens ein erster Verschmutzungswert V1 und mindestens ein zugeordneter erster Erfassungszeitwert T1 erfasst. In einem zweiten Schritt A2 werden mindestens ein zweiter Verschmutzungswert V2 und mindestens ein zugeordneter zweiter Erfassungszeitwert T2 erfasst. Dabei repräsentieren ein erfasster Verschmutzungswert V1 und/oder V2 einen zu einer auswählbaren Erfassungszeit vorliegenden Verschmutzungszustand der wärmetechnischen Anlage und/oder mindestens einer Komponente, ferner repräsentieren ein Erfassungszeitwert T1 und/oder T2 die jeweilige Erfassungszeit. In einem dritten Schritt A3 wird mindestens ein für eine Zukunft erwarteter Verschmutzungswert Ve und/oder ein für die Zukunft erwarteter zeitlicher Verlauf Vt von Verschmutzungswerten Ve extrapoliert; dies erfolgt auf Grundlage der ersten und zweiten Verschmutzungswerte V1, V2 und der zugeordneten ersten und zweiten Erfassungszeitwerte T1, T2. In einem vierten Schritt A4 wird mindestens ein erwarteter Erreichungszeitwert Te ermittelt, zu dem der mindestens eine erwartete Verschmutzungswert Ve mindestens einen vorgebbaren kritischen Verschmutzungswert Vk der wärmetechnischen Anlage und/oder der mindestens einen Komponente insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet. Dies kann beispielsweise rechnerisch durch Lösen einer Gleichung erfolgen, bei der der erwartete zeitliche Verlauf Vt mit dem kritischen Verschmutzungswert Vk gleichgesetzt wird. In einem fünften Schritt A5 wird der erwartete Erreichungszeitwert Te in einen Speicher geschrieben. In einem weiteren Schritt (grafisch nicht dargestellt) wird ein tatsächlicher Erreichungszeitwert Tt, zu dem der erfasste Verschmutzungswert V1, V2 den kritischen Verschmutzungswert Vk insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet, in den Speicher geschrieben. Hieran anschließen können sich weitere Schritte wie Ausgeben des erwarteten Erreichungszeitwerts Te und/oder eines Verhältnisswerts R eines erfassten Verschmutzungswerts V1, V2 zum kritischen Verschmutzungswert Vk auf einem Ausgabemittel, Ausgeben einer ersten und/oder zweiten Warnmeldung, und so weiter.

[0024] Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben einer wärmetechnischen Anlage, wobei in einem ersten Schritt S1 ein erfasster erster Verschmutzungswert V1 mit einem Mindestverschmutzungswert Vm verglichen wird, wobei bei Erreichung oder Unterschreitung des Mindestverschmutzungswerts Vm das Verfahren beendet wird (Übergang zu Schritt S6), und wobei bei Überschreitung das Verfahren fortgesetzt wird. In einem zweiten Schritt S2 wird ein Verhältnisswert R des erfassten ersten Ver-

schmutzungswerts V_1 zu einem vorgebbaren kritischen Verschmutzungswert V_k ermittelt und ausgegeben. In einem dritten Schritt S3 wird ein für einen in der Zukunft liegenden Prognosehorizont P erwarteter Verschmutzungswert V_e extrapoliert, das erfolgt auf Grundlage von dem ersten Verschmutzungswert V_1 , einem auswählbaren erfassten zweiten Verschmutzungswert V_2 , diesen zugeordneten ersten und zweiten Erfassungszeitwerten T_1 , T_2 , und optional einem Sicherheitsfaktor. In einem vierten Schritt S4 wird der erwartete Verschmutzungswert V_e mit dem kritischen Verschmutzungswert V_k verglichen, wobei bei Unterschreitung des kritischen Verschmutzungswerts V_k ein Zählwert I eines Überschreitungszählers auf null gesetzt wird. Bei Erreichung oder Überschreitung wird der Zählwert I des Überschreitungszählers um eins erhöht. In einem fünften Schritt S5 wird ein erwarteter Erreichungszeitwert T_e ermittelt, zu dem der erwartete Verschmutzungswert V_e den kritischen Verschmutzungswert V_k erstmalig erreicht oder überschreitet; das erfolgt auf Grundlage einer Differenz aus dem Prognosehorizont P und dem Zählwert I des Überschreitungszählers. In einem sechsten Schritt S6 wird der erwartete Erreichungszeitwert T_e in einen Speicher geschrieben. In einem weiteren Schritt (grafisch nicht dargestellt) wird ein tatsächlicher Erreichungszeitwert T_t , zu dem der erfasste Verschmutzungswert V_1 , V_2 den kritischen Verschmutzungswert V_k insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet, in den Speicher geschrieben. Hieran anschließen können sich ein Neudurchlauf des Verfahrens (gegebenfalls zeitverzögert) und/oder weitere Schritte wie beispielsweise Ausgeben des erwarteten Erreichungszeitwerts T_e und/oder des Verhältnisswerts R des erfassten Verschmutzungswerts V_1 , V_2 zum kritischen Verschmutzungswert V_k auf einem Ausgabemittel und/oder Ausgeben einer ersten und/oder zweiten Warnmeldung und/oder einer Reinigungsempfehlung.

[0025] Diese Ausgestaltung des Verfahrens wertet historische Daten des Verschmutzungszustands aus und sagt vorher, wie viele Tage (basierend auf der bisherigen Anlagenbetriebsweise) verbleiben, bis der kritische Verschmutzungswert erreicht wird. Die Vorhersage basiert auf zwei Sätzen an historischen Daten zum Verschmutzungszustand. Der erste Satz umfasst die Daten für den Verschmutzungszustand an den beispielsweise 10 letzten Tagen vor aktueller Verfahrensausführung (Dauer D_1 der Erfassungszeit). Der zweite Satz umfasst die Daten für den Verschmutzungszustand über eine Zeitspanne von 10 Tagen, beispielsweise einen Monat vor aktueller Verfahrensausführung (zeitlicher Abstand D_3 zwischen den einer Extrapolation zugrundegelegten Erfassungszeitwerten). Über beide Datensätze wird jeweils der Mittelwert gebildet, um die aufgenommenen Daten zu glätten und statistisch aufzubereiten. Dies führt dazu, dass die darauf aufbauende Vorhersage mit erhöhter Genauigkeit möglich ist. Die Vorhersage wertet die beiden Mittelwerte aus und bildet aus deren zeitlichem Abstand den erwarteten Wert des Verschmutzungszustands, wel-

cher in beispielsweise 25 Tagen erreicht wird. Basierend auf dem erwarteten Wert für den Verschmutzungszustand wird berechnet, wie viele Tage verbleiben, bis der kritische Verschmutzungswert erstmalig erreicht und/oder dauerhaft überschritten wird. Die Rechenmethode kann für eine Ausführung alle 24 Stunden konzipiert sein (zeitlicher Abstand D_2 zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Erfassungszeitwerten). Die Auswertemethode liefert die verbleibende Betriebszeit in Tagen bis zum Erreichen eines Verschmutzungswerts größer gleich dem kritischen Wert. Im ersten Schritt wird überprüft, ob der Wert des Verschmutzungszustands einen Mindestverschmutzungswert überschreitet, da die Vorhersage nur ausgeführt wird, wenn diese Bedingung erfüllt ist. Bei Beginn des Anlagenbetriebs (Neuzustand oder gereinigter Zustand) ist der Verschmutzungswert theoretisch gleich null. Bei einem Anstieg des Verschmutzungswerts von in Summe weniger als der Mindestverschmutzungswert ist die Basis für eine qualitativ hochwertige Vorhersage nicht ausreichend. Im Verlauf der Vorhersage wird zunächst das Verhältnis von aktuellem zu kritischem Wert gebildet. Im Anschluss wird ermittelt, welcher Wert für den Verschmutzungszustand zum Vorhersagezeitpunkt in 25 Tagen vorliegt. Der Vorhersagezeitpunkt kann variiert werden, wobei mit Zunahme dessen Abstand vom Zeitpunkt der aktuellen Verfahrensausführung die Vorhersagequalität sinkt. Der Wert von 25 Tagen stellt einen beispielhaften Kompromiss zwischen Vorhersagegenauigkeit und weitreichender Sichtweise dar. Bei der Vorhersage kann ferner ein Sicherheitsfaktor berücksichtigt sein. Soll die Vorhersage mit erhöhter Sicherheit erfolgen, kann dieser auf einen Wert größer 1 gesetzt werden. Größere Sicherheit bedeutet hierbei, dass der Reinigungszeitpunkt innerhalb der vorhandenen Unsicherheit tendenziell zu früh als zu spät vorhergesagt wird. Ist der berechnete, erwartete Verschmutzungswert größer gleich dem kritischen Wert, wird der Überschreitungszähler um eins erhöht. Ansonsten wird der Überschreitungszähler auf null gesetzt. Die Tage bis zum erstmaligen Erreichen bzw. Überschreiten des kritischen Wertes werden berechnet als der definierte Zeitraum für die Vorhersage abzüglich der Anzahl an Überschreitungen des kritischen Wertes des Verschmutzungszustands. Wenn der erwartete Verschmutzungswert kleiner als der kritische Wert ist, wird der Überschreitungszähler auf null zurückgesetzt. Im nächsten Rechenschritt wird somit eine verbleibende Zeit bis zum erstmaligen Erreichen des kritischen Wertes von 25 Tagen ermittelt. In der Auswertung ist implementiert, dass ein berechneter Wert von 25 Tagen damit gleichzusetzen ist, dass keine statistisch zuverlässige Vorhersage stattfinden kann.

[0026] Der Verfahrensablauf kann mit einer Resetfunktion versehen sein. Findet eine Reinigung des Kessels auf Grund des erhöhten Verschmutzungszustands statt, so kann dies über eine Schnittstelle der Anlage beziehungsweise einem Regelgerät der Anlage mitgeteilt werden. In diesem Fall wird die Vorhersageberechnung

erst dann wieder gestartet, wenn mit dem neuen Anlagenverhalten nach Reinigung historische Werte vorliegen, aus welchen der erste und zweite Verschmutzungswert entnommen werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer wärmetechnischen Anlage, wobei die wärmetechnische Anlage mehrere Komponenten, insbesondere einen Heizund/oder Dampfkessel, umfasst, wobei aus erfassten Verschmutzungswerten (V1, V2) der wärmetechnischen Anlage und/oder mindestens einer Komponente ein erwarteter Erreichungszeitwert (Te) ermittelt wird, zu dem ein vorgebbare kritischer Verschmutzungswert (Vk) der wärmetechnischen Anlage und/oder der mindestens einen Komponente insbesondere erstmalig erreicht oder überschritten wird, und dass der erwartete Erreichungszeitwert (Te) in einen Speicher geschrieben wird,

dadurch gekennzeichnet, dass ein tatsächlicher Erreichungszeitwert (Tt), zu dem der erfasste Verschmutzungswert (V1, V2) den kritischen Verschmutzungswert (Vk) insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet, in den Speicher geschrieben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 **gekennzeichnet durch** die Schritte

- Erfassen (A1) mindestens eines ersten Verschmutzungswerts (V1) und mindestens eines zugeordneten ersten Erfassungszeitwerts (T1),
- Erfassen (A2) mindestens eines zweiten Verschmutzungswerts (V2) und mindestens eines zugeordneten zweiten Erfassungszeitwerts (T2),
- wobei ein erfasster Verschmutzungswert (V1, V2) einen zu einer auswählbaren Erfassungszeit vorliegenden Verschmutzungszustand der wärmetechnischen Anlage und/oder mindestens einer Komponente repräsentiert, und wobei ein Erfassungszeitwert (T1, T2) die jeweilige Erfassungszeit repräsentiert,
- Extrapolieren (A3) mindestens eines für eine Zukunft erwarteten Verschmutzungswerts (Ve) und/oder eines für die Zukunft erwarteten zeitlichen Verlaufs (Vt) von Verschmutzungswerten (Ve) auf Grundlage der ersten und zweiten Verschmutzungswerte (V1, V2) und der zugeordneten ersten und zweiten Erfassungszeitwerte (T1, T2),
- Ermitteln (A4) mindestens eines erwarteten Erreichungszeitwerts (Te), zu dem der mindestens eine erwartete Verschmutzungswert (Ve) mindestens einen vorgebbaren kritischen Verschmutzungswert (Vk) der wärmetechnischen

Anlage und/oder der mindestens einen Komponente insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet,

- Schreiben (A5) des erwarteten Erreichungszeitwerts (Te) in einen Speicher,
- Schreiben eines tatsächlichen Erreichungszeitwerts (Tt), zu dem der erfasste Verschmutzungswert (V1, V2) den kritischen Verschmutzungswert (Vk) insbesondere erstmalig erreicht oder überschreitet, in den Speicher.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erwartete Erreichungszeitwert (Te) auf einem Ausgabemittel ausgegeben wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Verhältniswert (R) eines erfassten Verschmutzungswerts (V1, V2) zum kritischen Verschmutzungswert (Vk) ermittelt und ausgegeben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei eine erste Warnmeldung ausgegeben wird, wenn der erwartete Erreichungszeitwert (Te) weniger als eine vorgebbare erste Vorwarnzeit von einem jüngsten Erfassungszeitwert (T1) entfernt ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei eine zweite Warnmeldung ausgegeben wird und/oder mindestens eine Funktion, insbesondere eine Leistung, der wärmetechnischen Anlage und/oder mindestens einer Komponente verändert, insbesondere reduziert und/oder abgeschaltet, wird, wenn der erwartete Erreichungszeitwert (Te) weniger als eine vorgebbare zweite Vorwarnzeit von einem jüngsten Erfassungszeitwert (T1) entfernt ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Erfassen eines Verschmutzungswerts (V1, V2) ein Messen und/oder ein Berechnen und/oder ein Einlesen über eine Datenschnittstelle umfasst.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei das Extrapolieren und/oder Ermitteln nur erfasste Verschmutzungswerte (V1, V2) größer oder gleich einem Mindestverschmutzungswert (Vm) berücksichtigt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei der erfasste Verschmutzungswert (V1, V2) ein insbesondere über der Erfassungszeit zeitlich gemittelter Wert ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9,

- wobei eine Dauer (D1) der Erfassungszeit im Bereich zwischen einer Stunde und einem Monat liegt, und/oder
 - wobei ein zeitlicher Abstand (D2) zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden, eine jeweilige Erfassungszeit repräsentierenden Erfassungszeitwerten (T1, T2) im Bereich zwischen einer Stunde und einer Woche liegt, und/oder
 - wobei ein zeitlicher Abstand (D3) zwischen den einer Extrapolation zugrundegelegten Erfassungszeitwerten (T1, T2) im Bereich zwischen einem Tag und einem Monat liegt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei ein einer Extrapolation zugrundeliegendes Rechenmodell anhand des tatsächlichen Erreichungszeitwerts (Tt) sich selbstlernend optimiert.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- in einem ersten Schritt (S1) ein erfasster erster Verschmutzungswert (V1) mit dem Mindestverschmutzungswert (Vm) verglichen wird, wobei bei Erreichung oder Unterschreitung des Mindestverschmutzungswerts (Vm) das Verfahren beendet wird, und wobei bei Überschreitung das Verfahren fortgesetzt wird,
 - in einem zweiten Schritt (S2) ein Verhältniswert (R) des erfassten ersten Verschmutzungswerts (V1) zu einem vorgebbaren kritischen Verschmutzungswert (Vk) ermittelt und ausgegeben wird,
 - in einem dritten Schritt (S3) ein für einen in der Zukunft liegenden Prognosehorizont (P) erwarteter Verschmutzungswert (Ve) auf Grundlage von dem ersten Verschmutzungswert (V1), einem erfassten zweiten Verschmutzungswert (V2), diesen zugeordneten ersten und zweiten Erfassungszeitwerten (T1, T2), und einem Sicherheitsfaktor extrapoliert wird,
 - in einem vierten Schritt (S4) der erwartete Verschmutzungswert (Ve) mit dem kritischen Verschmutzungswert (Vk) verglichen wird, wobei bei Unterschreitung des kritischen Verschmutzungswerts (Vk) ein Zählwert (I) eines Überschreitungszählers auf Null gesetzt wird, und wobei bei Erreichung oder Überschreitung der Zählwert (I) des Überschreitungszählers um Eins erhöht wird,
 - in einem fünften Schritt (S5) ein erwarteter Erreichungszeitwert (Te), zu dem der erwartete Verschmutzungswert (Ve) den kritischen Verschmutzungswert (Vk) erstmalig erreicht oder überschreitet, auf einer Differenz aus dem Prognosehorizont (P) und dem Zählwert (I) des

Überschreitungszählers basierend ermittelt wird,

- in einem sechsten Schritt (S6) der erwartete Erreichungszeitwert (Te) in einen Speicher geschrieben wird.

Claims

1. Method for operating a thermotechnical system, wherein the thermotechnical system comprises multiple components, in particular a heating and/or steam boiler, wherein detected contamination values (V1, V2) of the thermotechnical system and/or at least one component are used to determine an expected reaching time value (Te), at which a predetermined critical contamination value (Vk) of the thermotechnical system and/or at least one component is reached or exceeded, in particular for the first time, and that the expected reaching time value (Te) is written to a memory,
characterized in that an actual reaching time value (Tt), at which the detected contamination value (V1, V2) reaches or exceeds the critical contamination value (Vk), in particular for the first time, is written to the memory.
2. Method according to Claim 1,
characterized by the steps of
 - detecting (A1) at least one first contamination value (V1) and at least one assigned first detection time value (T1),
 - detecting (A2) at least one second contamination value (V2) and at least one assigned second detection time value (T2),
 - wherein a detected contamination value (V1, V2) represents a state of contamination of the thermotechnical system and/or at least one component that exists at a selectable detection time, and wherein the detection time value (T1, T2) represents the respective detection time,
 - extrapolating (A3) at least one contamination value (Ve) expected for the future and/or a variation over time (Vt) of contamination values (Ve) expected for the future on the basis of the first and second contamination values (V1, V2) and the assigned first and second detection time values (T1, T2),
 - determining (A4) at least one expected reaching time value (Te), at which the at least one expected contamination value (Ve), at which the at least one expected contamination value (Ve) reaches or exceeds at least one predetermined critical contamination value (Vk) of the thermotechnical system and/or the at least one component, in particular for the first time,
 - writing (A5) to a memory the expected reaching

- time value (T_e),
- writing to the memory an actual reaching time value (T_t), at which the detected contamination value (V_1 , V_2) reaches or exceeds the critical contamination value (V_k), in particular for the first time.
- 5
3. Method according to Claim 1 or 2, wherein the expected reaching time value (T_e) is output on output means.
- 10
4. Method according to one of the preceding claims, wherein a ratio value (R) of a detected contamination value (V_1 , V_2) in relation to the critical contamination value (V_k) is determined and output.
- 15
5. Method according to one of Claims 2 to 4, wherein a first warning message is output if the expected reaching time value (T_e) is less than a predetermined first prewarning time away from the most recent detection time value (T_1).
- 20
6. Method according to one of Claims 2 to 5, wherein a second warning message is output and/or at least one function, in particular a power output, of the thermotechnical system and/or at least one component is changed, in particular reduced, and/or switched off if the expected reaching time value (T_e) is less than a predetermined second prewarning time away from the most recent detection time value (T_1).
- 25
- 30
7. Method according to one of the preceding claims, wherein the detection of a contamination value (V_1 , V_2) comprises measuring and/or calculating and/or reading in via a data interface.
- 35
8. Method according to one of Claims 2 to 7, wherein the extrapolation and/or determination only takes into consideration detected contamination values (V_1 , V_2) greater than or equal to a minimum contamination value (V_m).
- 40
9. Method according to one of Claims 2 to 8, wherein the detected contamination value (V_1 , V_2) is a value averaged over time, in particular over the detection time.
- 45
10. Method according to one of Claims 2 to 9,
- 50
- wherein a duration (D_1) of the detection time lies in the range between one hour and one month, and/or
 - wherein a time interval (D_2) between two directly successive detection time values (T_1 , T_2), representing a respective detection time, lies in the range between one hour and one week, and/or

- wherein a time interval (D_3) between the detection time values (T_1 , T_2) on which an extrapolation is based lies in the range between one day and one month.

11. Method according to one of Claims 2 to 10, wherein a computing model used as a basis for an extrapolation optimizes itself in a self-learning manner on the basis of the actual reaching time value (T_t).

12. Method according to one of the preceding claims, wherein

- in a first step (S_1), a detected first contamination value (V_1) is compared with the minimum contamination value (V_m), wherein the method is ended if the contamination reaches or is below the minimum contamination value (V_m), and wherein the method is continued if the contamination exceeds the minimum value,
- in a second step (S_2), a ratio value (R) of the detected first contamination value (V_1) in relation to a predetermined critical contamination value (V_k) is determined and output,
- in a third step (S_3), a contamination value (V_e) expected for a forecast horizon (P) lying in the future is extrapolated on the basis of the first contamination value (V_1), a detected second contamination value (V_2), first and second detection time values (T_1 , T_2) assigned to these contamination values, and a safety factor,
- in a fourth step (S_4), the expected contamination value (V_e) is compared with the critical contamination value (V_k), wherein a counting value (I) of an exceeding counter is set to zero if the contamination is below the critical contamination value (V_k), and wherein the counting value (I) of the exceeding counter is incremented by one if the contamination reaches or exceeds the critical value,
- in a fifth step (S_5), an expected reaching time value (T_e), at which the expected contamination value (V_e) reaches or exceeds the critical contamination value (V_k) for the first time is determined on the basis of a difference obtained from the forecast horizon (P) and the counting value (I) of the exceeding counter,
- in a sixth step (S_6), the expected reaching time value (T_e) is written to a memory.

Revendications

1. Procédé d'exploitation d'une installation thermique, l'installation thermique comprenant plusieurs éléments, en particulier une chaudière de chauffage et/ou à vapeur, dans lequel, à partir de valeurs de

saleté détectées (V1, V2) de l'installation thermique et/ou d'au moins un élément, une valeur de délai d'obtention attendue (Te) est établie à laquelle une valeur de saleté critique prédéfinissable (Vk) de l'installation thermique et/ou dudit au moins un élément est atteinte ou dépassée en particulier pour la première fois, et que la valeur de délai d'obtention attendue (Te) est écrite dans une mémoire,

caractérisé en ce qu'une valeur de délai d'obtention réelle (Tt), à laquelle la valeur de saleté détectée (V1, V2) atteint ou dépasse la valeur de saleté critique (Vk) en particulier pour la première fois, est écrite dans la mémoire.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par** les étapes consistant à

- détecter (A1) au moins une première valeur de saleté (V1) et au moins une première valeur de délai de détection (T1) associée,
- détecter (A2) au moins une deuxième valeur de saleté (V2) et au moins une deuxième valeur de délai de détection (T2) associée,
- une valeur de saleté détectée (V1, V2) représentant un état de saleté existant à un délai de détection sélectionnable de l'installation thermique et/ou d'au moins un élément, et une valeur de délai de détection (T1, T2) représentant le délai de détection respectif,
- extrapoler (A3) au moins une valeur de saleté (Ve) attendue dans le futur et/ou une évolution dans le temps (Vt) attendue dans le futur de valeurs de saleté (Ve) sur la base des première et deuxième valeurs de saleté (V1, V2) et des première et deuxième valeurs de délai de détection (T1, T2),
- établir (A4) au moins une valeur de délai d'obtention attendue (Te) à laquelle ladite au moins une valeur de saleté attendue (Ve) atteint ou dépasse, en particulier pour la première fois, au moins une valeur de saleté critique prédéfinissable (Vk) de l'installation thermique et/ou dudit au moins un élément,
- écrire (A5) la valeur de délai d'obtention attendue (Te) dans une mémoire,
- écrire dans la mémoire une valeur de délai d'obtention réelle (Tt) à laquelle la valeur de saleté détectée (V1, V2) atteint ou dépasse la valeur de saleté critique (Vk) en particulier pour la première fois.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la valeur de délai d'obtention attendue (Te) est sortie sur un moyen de sortie.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un rapport (R) entre une valeur de saleté détectée (V1, V2) et la valeur de

saleté critique (Vk) est déterminé et sorti.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel un premier avertissement est sorti si la valeur de délai d'obtention attendue (Te) est moins éloignée qu'un premier délai d'avertissement préalable prédéfinissable d'une valeur de délai de détection (T1) la plus récente.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel un deuxième avertissement est émis et/ou au moins une fonction, en particulier une performance, de l'installation thermique et/ou d'au moins un élément est modifiée, en particulier réduite et/ou désactivée, si la valeur de délai d'obtention attendue (Te) est moins éloignée qu'un deuxième délai d'avertissement préalable prédéfinissable d'une valeur de délai de détection (T1) la plus récente.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la détection d'une valeur de saleté (V1, V2) comprend une mesure et/ou un calcul et/ou une lecture par l'intermédiaire d'une interface de données.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel l'extrapolation et/ou l'établissement ne prennent en compte que des valeurs de saleté détectées (V1, V2) supérieures ou égales à une valeur de saleté minimale (Vm).
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, dans lequel la valeur de saleté détectée (V1, V2) est une valeur moyennée dans le temps, en particulier sur le délai de détection.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, dans lequel
- une durée (D1) du délai de détection est comprise dans la plage d'une heure à un mois, et/ou
 - un intervalle de temps (D2) entre deux valeurs de délai de détection (T1, T2) directement consécutives et représentant un délai de détection respectif est compris dans la plage d'une heure à une semaine, et/ou
 - un intervalle de temps (D3) entre les valeurs de détection (T1, T2) à la base d'une extrapolation est compris dans la plage d'un jour à un mois.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 10, dans lequel un modèle mathématique à la base d'une extrapolation est optimisé par auto-apprentissage à l'aide de la valeur de délai d'obtention réelle (Tt).
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications

précédentes, dans lequel

- dans une première étape (S1), une première valeur de saleté détectée (V1) est comparée à la valeur de saleté minimale (Vm), le procédé se terminant lorsque la valeur de saleté minimale (Vm) est atteinte ou dépassée, et le procédé se poursuivant en cas de dépassement, 5
- dans une deuxième étape (S2), un rapport (R) entre la première valeur de saleté détectée (V1) et une valeur de saleté critique prédéfinissable (Vk) est établi et sorti, 10
- dans une troisième étape (S3), une valeur de saleté attendue (Ve) pour un horizon de prévision futur (P) est extrapolée sur la base de la première valeur de saleté (V1), d'une deuxième valeur de saleté détectée (V2), de première et deuxième valeurs de délai de détection (T1, T2) associées à celles-ci, et d'un facteur de sécurité, 15
- dans une quatrième étape (S4), la valeur de saleté attendue (Ve) est comparée avec la valeur de saleté critique (Vk), une valeur de comptage (I) d'un compteur de dépassement étant mise à zéro si la valeur de saleté critique (Vk) est dépassée, et la valeur de comptage (I) étant 20 25
- incrémentée de un si la valeur est atteinte ou dépassée,
- dans une cinquième étape (S5), une valeur de délai d'obtention attendue (Te), à laquelle la valeur de saleté attendue (Ve) atteint ou dépasse la valeur de saleté critique (Vk) pour la première 30
- fois, est établie sur la base d'une différence entre l'horizon de prévision (P) et la valeur de comptage (I) du compteur de dépassement,
- dans une sixième étape (S6), la valeur de délai d'obtention attendue (Te) est écrite dans une 35
- mémoire.

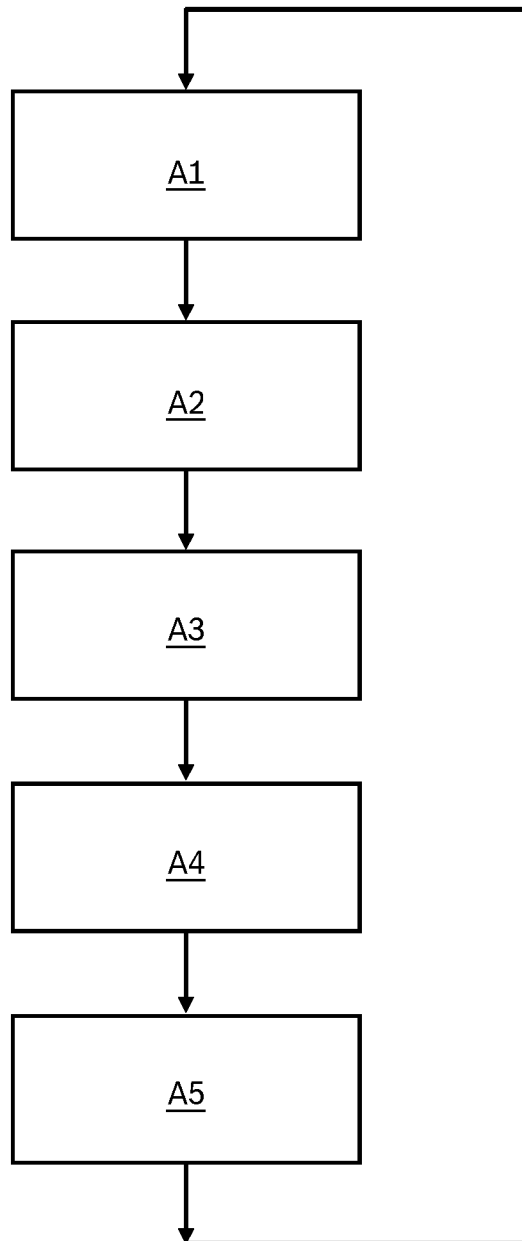
40

45

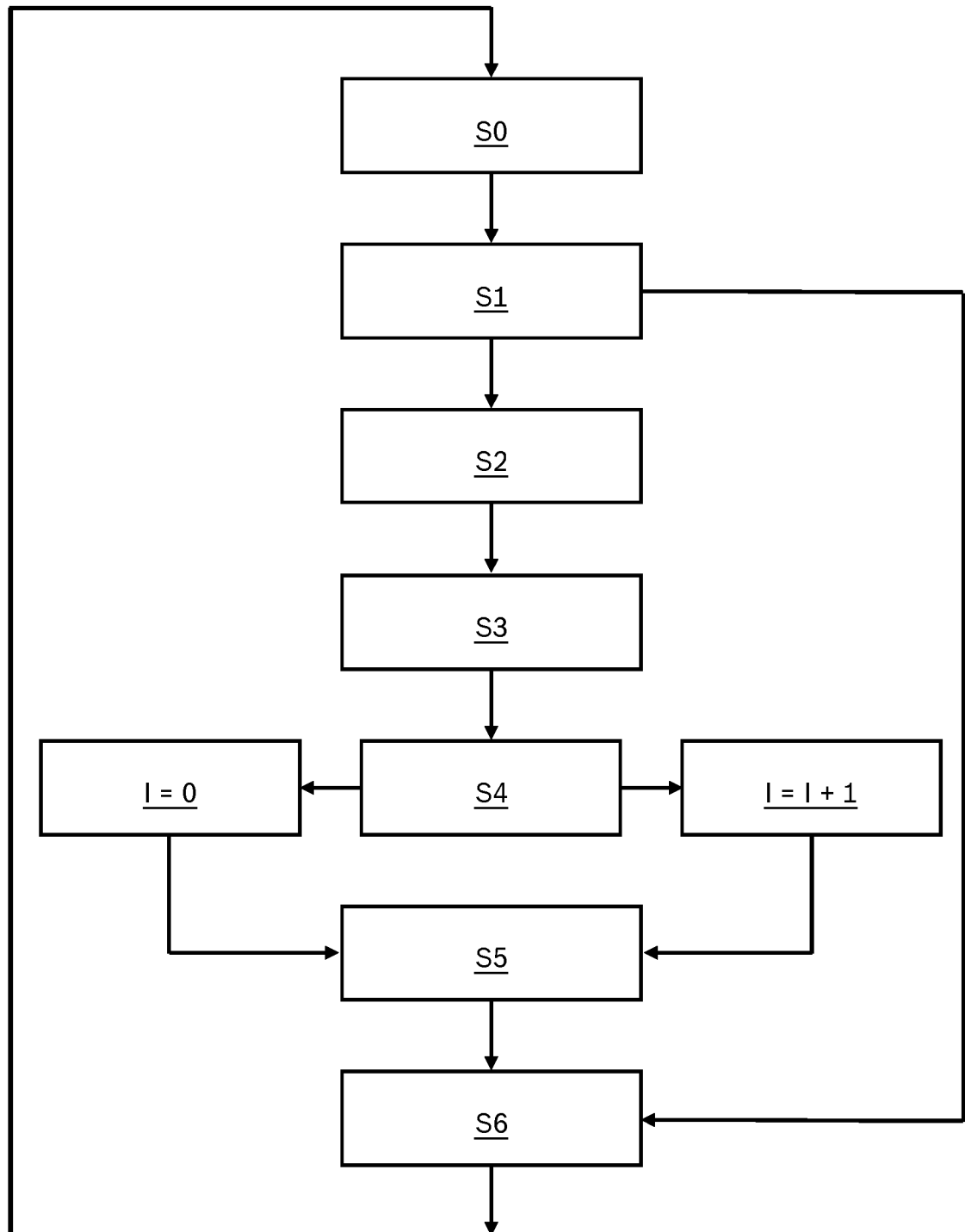
50

55

Figur 1



Figur 2



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 10050147 A1 [0001]
- DE 102013110489 A1 [0002]
- GB 2406901 A [0002]
- US 2005133211 A1 [0002]