



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **270 165 A1**

4(51) G 21 D 3/04

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

---

|      |                       |      |          |      |          |
|------|-----------------------|------|----------|------|----------|
| (21) | WP G 21 D / 313 729 1 | (22) | 17.03.88 | (44) | 19.07.89 |
|------|-----------------------|------|----------|------|----------|

---

|      |                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------|
| (71) | VE Kombinat Kernkraftwerke „Bruno Leuschner“, Greifswald, 2200, DD               |
| (72) | Liskow, Egbert, Dipl.-Ing.; Kunze, Ulrich, Dr. sc. techn.; Pilawski, Andreas, DD |

---

---

(54) Verfahren zur Bewertung der Anlagenbelastung von Kernkraftwerken

---

(55) Verfahren, Bewertung, Anlagenbelastung, Kernkraftwerk, Betriebsführung, Restlebensdauerüberwachung, anlagenschonende Fahrweise, Messung, Parameter, Änderungsgeschwindigkeit, Zeitabstand, Anlage

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bewertung der Anlagenbelastung von Kernkraftwerken durch Auswertung anlagenrelevanter Parameter. Ziel und Aufgabe sind, ein Verfahren zur Bewertung der Anlagenbelastung von Kernkraftwerken durch Messung ihrer anlagenspezifischen Parameter und anschließender zeit- und speicherplatzoptimalen Auswertung zu schaffen, um aus der ständigen Kenntnis der bisherigen Belastung der Anlage die zu erwartende Restlebensdauer sofort bestimmen zu können. Dies wird dadurch gelöst, daß die für die Realisierung einer anlagenschonenden Fahrweise relevanten Parameter wie z. B. Druck und Temperatur sowie deren Änderungsgeschwindigkeiten über die Zeit aufgenommen werden und aus diesen sofort die integrale Dauer eines Zustandes und die Anzahl der Übergänge zwischen den Zuständen ermittelt werden.

### Patentanspruch

Verfahren zur Bewertung der Anlagenbelastung von Kernkraftwerken, gekennzeichnet dadurch, daß die von einer Anlage ausgehenden lebensdauerbeeinflussenden Parameter und deren Änderungsgeschwindigkeiten in konstanten Zeitabständen gemessen werden und daß gleichzeitig die Meßbereiche der genannten Parameter in Intervalle geteilt werden, wobei je Intervall zwei Zähler eingerichtet sind, und daß ab Beginn der Messung der Anlagenbelastung gleichzeitig das Intervall ermittelt wird, in dem der aktuelle Anlagenzustand liegt, und der zugehörige erste Zähler um eins erhöht wird und aus diesem dann sofort die integrale Dauer, in der der Anlagenzustand vorlag, durch Multiplikation von Zählerstand und Zeitabstandsdauer berechnet und weiterhin für die Ermittlung der Anzahl der Übergänge zwischen den Anlagenzuständen die Intervalle bestimmt werden, die zwischen dem aktuellen und dem vorhergehenden Anlagenzustand liegen sowie die zugehörigen zweiten Zähler jeweils um eins erhöht werden, aus denen sich unmittelbar die Anzahl der Anlagenzustandswechsel ergibt, wobei dann anschließend aus der integralen Dauer und der Anzahl der Anlagenzustandswechsel die Bestimmung der Anlagenbelastung und daraus die Restlebensdauer erfolgt und daß die Werte der Anlagenbelastung als zusätzliches Kriterium für eine anlagenschonende Betriebsführung zur Verfügung gestellt werden.

### Titel der Erfindung

Verfahren zur Bewertung der Anlagenbelastung von Kernkraftwerken

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bewertung der Anlagenbelastung von Kernkraftwerken durch Auswertung anlagenrelevanter Parameter.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Kenntnis über auftretende Anlagenbelastungen in Kernkraftwerken sowie der daraus abzuleitende Ist-Zustand bezogen auf die verbleibende Restlebensdauer von sicherheits- und/oder verfügbarkeitsbeeinflussenden bzw. kostenintensiven Anlagen gewinnt in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung.

Gegenwärtig werden diese Anlagenbelastungen bzw. deren Betriebszustände über die Zeit erfaßt und registriert. Im Nachhinein wird überprüft, wie lange ein bestimmter Betriebszustand vorlag und wieviele Betriebszustandswechsel durchfahren wurden.

Diese Daten dienen anschließend zur Berechnung der Restlebensdauer der betreffenden Anlage.

Nachteilig an dieser Methode ist die zeit- und speicherplatzintensive Verarbeitung der Meßdaten sowie eine erst nach aufwendiger Neuberechnung vorliegende Anlagenbelastung.

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in einer anlagenschonenden Be-

triebsführung sowie in einer ständigen Restlebensdauerüberwachung von sicherheits- und/oder verfügbarkeitsbeeinflussenden sowie kostenintensiven Anlagenteilen von Kernkraftwerken durch Überwachung anlagenspezifischer Parameter und deren zeit- und speicherplatzoptimalen Auswertung.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bewertung der Anlagenbelastung von Kernkraftwerken durch Messen ihrer anlagenspezifischen Parameter und anschließender zeit- und speicherplatzoptimalen Auswertung zu schaffen, um aus der ständigen Kenntnis der bisherigen Belastung der Anlage die zu erwartende Restlebensdauer sofort bestimmen zu können.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die für die Realisierung einer anlagenschonenden Fahrweise relevanten Parameter wie z.B. Druck und Temperatur sowie deren Änderungsgeschwindigkeiten über die Zeit aufgenommen werden und aus diesen sofort die integrale Dauer eines Zustandes und die Anzahl der Übergänge zwischen den Zuständen ermittelt werden. Zur Berechnung der integralen Dauer eines Anlagenzustandes werden die Meßbereiche der Betriebsparameter in Intervalle geteilt und für jedes Intervall zwei Zähler eingerichtet.

Weiterhin werden ab Beginn der Anlagenbelastung die Betriebsparameter in konstanten Zeitabständen gemessen und gleichzeitig wird für jeden Betriebsparameter getrennt das Intervall ermittelt in dem der aktuelle Zustand liegt, sowie der zum ermittelten Intervall gehörende erste Zähler um eins erhöht.

Für die Ermittlung der Anzahl der Übergänge zwischen den Anlagenzuständen werden die Intervalle gezählt, die zwischen dem aktuellen und dem vorhergehenden Meßwert liegen und die zugehörigen zweiten Zähler jeweils um eins erhöht.

Die Inhalte der ersten Zähler multipliziert mit der Größe der konstanten Zeitabstände, in denen die Betriebsparameter gemessen werden, ergeben die integrale Dauer eines Anlagenzustandes und die Inhalte der zweiten Zähler die Anzahl der Zustandswechsel über das dazugehörige Betriebsparameterintervall.

Durch Vergleich der integralen Dauer eines Anlagenzustandes

und der erreichten Anzahl der Betriebsparameterwechsel mit den dafür zulässigen Werten wird die erreichte Anlagenbelastung und damit die verbleibende Restlebensdauer der betrachteten Anlage sofort ermittelt.

Das Ergebnis des Vergleiches wird dem Bedienpersonal direkt angezeigt, wobei insbesondere das Erreichen der zulässigen Werte eine Signalisation auslöst.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Die Dampferzeuger unterliegen beim Betrieb von Kernkraftwerken besonderen Sicherheitsnormen und haben gleichzeitig einen bedeutenden Einfluß auf die Verfügbarkeit des gesamten Kernkraftwerksblockes. Die genannten Sicherheitsnormen ergeben sich aus den zulässigen Belastungskennwerten der Dampferzeuger und den festgelegten extremen Belastungsfällen, die bei Erreichen bzw. Überschreiten einen Weiterbetrieb der Dampferzeuger verbieten.

Einer dieser extremen Belastungsfälle ist die Kaltwasserein-speisung in die mit Betriebstemperatur von ca.  $260^{\circ}\text{C}$  fahrenden Dampferzeuger, die maximal 10 mal in der Betriebsdauer der Dampferzeuger erfolgen darf.

Die an charakteristischen Stellen des Dampferzeugers bestehenden Temperatur- und Druckverläufe sowie deren Änderungsgeschwindigkeiten werden in konstanten Zeitabständen gemessen und gleichzeitig werden die Meßbereiche der genannten Parameter jeder für sich in Intervalle aufgeteilt und für jedes Intervall zwei Zähler eingerichtet.

Ab Beginn der Messung der Anlagenbelastung wird das Intervall ermittelt, in dem z.B. die aktuelle Dampferzeuger-Anlagentemperatur liegt und der zugehörige erste Zähler um eins erhöht.

Durch Multiplikation des Zählerstandes mit der Dauer der konstanten Zeitabstände wird sofort die integrale Dauer, in der der Temperaturzustand vorlag, berechnet.

Weiterhin werden für die Bestimmung der Anzahl der Übergänge zwischen den Dampferzeuger-Anlagentemperaturen die Intervalle ermittelt, die zwischen dem aktuellen und dem vorhergehenden Temperaturmeßwert liegen sowie die zugehörigen zweiten Zähler

jeweils um eins erhöht, aus dem sich sofort die Anzahl der Temperaturwechsel ergibt.

Aus der so errechneten integralen Dauer, in der der Temperaturzustand vorlag, sowie aus der Anzahl der Temperaturzustandswechsel kann unmittelbar und jederzeit in Verbindung mit anderen lebensdauerbeeinflussenden Parametern, die auf die gleiche Weise aufbereitet werden, die Dampferzeuger-Anlagenbelastung und daraus folgend die Restlebensdauer bestimmt werden.

Es ist hier besonders darauf hinzuweisen, daß in diesem Beispiel die Behandlung der Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur nach dem beschriebenen Verfahren sehr aussagekräftige Resultate bringt.

Die in diese Auswertung gleichzeitig mit einbezogenen Grenzwerte der einzelnen Parameter geben dem Anlagenbetreiber ständig eine zusätzliche Information zur Anlagenbelastung, die es gestattet, die genannten Dampferzeuger anlagenschonend und den geltenden Sicherheitsnormen entsprechend zu betreiben.