



# BUNDESPATENTGERICHT

17 W (pat) 59/03

---

(AktENZEICHEN)

Verkündet am  
11. November 2004

...

## BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

**betreffend die Patentanmeldung 101 17 114.5-53**

...

hat der 17. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 11. November 2004 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dipl.-Phys. Dr. Fritsch sowie der Richter Dr. Schmitt, Dipl.-Phys. Dr. Kraus und Dipl.-Ing. Schuster

beschlossen:

Auf die Beschwerde der Anmelderin wird der Beschluß der Prüfungsstelle für Klasse G 07 C des Deutschen Patent- und Markenamts vom 26. Februar 2003 aufgehoben und das Patent erteilt.

Der Erteilung liegen folgende Unterlagen zugrunde:

Patentansprüche 1 und 2 sowie Beschreibung, beides überreicht in der mündlichen Verhandlung vom 11. November 2004, und 1 Blatt Zeichnungen mit einer Figur gemäß der Offenlegungsschrift.

## **Gründe**

### **I.**

Die vorliegende Patentanmeldung ist am 6. April 2001 beim Deutschen Patent- und Markenamt unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Überwachung von Maschinen"

eingereicht worden.

Die Prüfungsstelle für Klasse G 07 C hat die Anmeldung mit Beschluss vom 26. Februar 2003 wegen fehlender Neuheit des beanspruchten Gegenstandes zurückgewiesen.

Gegen diesen Beschluss ist die Beschwerde der Anmelderin gerichtet.

Sie beantragt,

den angefochtenen Beschluß aufzuheben und das nachgesuchte Patent mit folgenden Unterlagen zu erteilen:

Patentansprüche 1 und 2 sowie Beschreibung, beides überreicht in der mündlichen Verhandlung am 11. November 2004, und 1 Blatt Zeichnungen gemäß der Offenlegungsschrift.

Die geltenden Patentansprüche 1 und 2 lauten:

1. Verfahren zur Überwachung von periodisch arbeitenden Maschinen zur Früherkennung von Maschinenveränderungen,
  - a) wobei mittels eines Überwachungssensors zur Erkennung von Maschinenveränderungen geeignete Meßgrößen ( $KS_i, A_i$ ) erfaßt werden,
    - a1) die in einem Referenzmodus zur Bildung von die Maschine dokumentierenden Referenzwerten ( $KSR_i$ ) verarbeitet werden,
    - b) wobei neben den Meßgrößen ( $KS_i, A_i$ ) mindestens eine den Maschinenzustand kennzeichnende, durch Maschinenveränderungen unbeeinflusste Steuergröße ( $K, l, m, \dots n$ ) gemessen wird und die Maschinenzustände einen n-dimensionalen Zustandsraum ( $R(k, l, m, \dots n)$ ) bilden,
      - b1) wobei zu jedem sich einstellenden Maschinenzustand ( $i$ ) ( $k_i, l_i, m_i, n_i$ ) automatisch ein Referenzwert ( $KSR_i$ ) aus den aktuellen Meßgrößen gebildet und im n-dimensionalen Zustandsraum ( $R(k, l, m, \dots n)$ ) angelegt wird,
      - c) wobei die zu einem erstmals auftretenden Maschinenzustand ( $i$ ), für den kein Referenzwert hinterlegt ist, gehörenden Meßgrößen ( $KS_i, A_i$ ) zur Bildung eines Referenzwertes ( $KSR_i$ ) ( $k_i, l_i, m_i, \dots n_i$ ) und dessen Ablage im Zustandsraum ( $R(k, l, m, \dots n)$ ) verarbeitet werden,

- d) während die Meßgrößen ( $KS_i$ ,  $A_i$ ) eines Maschinenzustands, zu dem ein Referenzwert ( $KS_{Ri}$  ( $k_i$ ,  $l_i$ ,  $m_i$ , .. $n_i$ )) schon hinterlegt ist, in einem Überwachungsmodus, nach gleichen Kriterien verarbeitet, mit dem Referenzwert verglichen werden
  - e) und bei Überschreiten eines Instabilitätsmaßes eine Maschinenänderung angezeigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß aus den nach Merkmal d) gewonnenen Vergleichsergebnissen eine aktuelle Schädigung ( $S_i$ ) errechnet wird, die in einen Trendindex ( $T(t)$ ) über der Zeit eingetragen wird, und daß bei Überschreitung einer Grenze die Maschine in einen Stöorzustand versetzt wird.

Bezüglich der weiteren Unterlagen wird auf den Akteninhalt verwiesen.

Nach Ansicht der Anmelderin ist die nunmehr beanspruchte Lehre durch den im Erteilungsverfahren genannten Stand der Technik weder bekannt noch nahegelegt und demzufolge patentierbar.

## II.

Die zulässige Beschwerde ist begründet, da der Gegenstand des nachgesuchten Patents nach den §§ 1 bis 5 PatG patentfähig ist.

1. Die geltenden Patentansprüche sind zulässig. Die Offenbarung von Anspruch 1 ergibt sich aus den ursprünglich eingereichten Unterlagen wie folgt:

| Merkmale       | urspr. Unterlagen                        |
|----------------|--|
| a), a1) und e) | Anspruch 1;                              |
| b)             | S.2, 4.Abs., S.3, 3.Abs.,<br>Anspruch 3; |
| b1)            | Ansprüche 2 und 3,                       |
| c)             | Anspruch 5,                              |
| d)             | Anspruch 4; S.3, 4.Abs..                 |

Anspruch 2 ist durch den Anspruch 4 vom Anmeldetag ursprünglich offenbart.

2. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung von periodisch arbeitenden Maschinen zur Früherkennung von Maschinenveränderungen. Als Beispiele für solche Maschinen werden Windkraftwerke oder Fahrzeuggetriebe genannt.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird darin gesehen, ein Verfahren zur Überwachung von periodisch arbeitenden Maschinen anzugeben, das auch für solche Maschinen tauglich ist, die seltene Belastungszustände erfahren.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mit dem vorstehend angegebenen Verfahren nach Anspruch 1.

Nach dieser für den Fachmann - einen FH-Ingenieur der Fachrichtung Mechatronik - ausführbaren Lehre werden von der zu überwachenden Maschine mittels eines Überwachungssensors (= Sensorik 11 nach der Figur bzw. Sensoren 11 nach Sp.2, Z.15 bzw. Z.44 der Offenlegungsschrift) solche Meßgrößen erfaßt, welche zur Erkennung von Maschinenveränderungen geeignet sind. Diese Meßgrößen werden in einem Referenzmodus zu Referenzwerten verarbeitet, die die Maschine "dokumentieren", d.h. mit Hilfe derer feststellbar ist, ob die Maschine ei-

nen Schaden erlitten hat. Hierbei wird davon ausgegangen, daß die genannten Meßgrößen (z.B. Körperschall KS, Antriebsdrehzahl A) sich im Schadensfall ändern (Sp.1, Z.53-55) - Merkmale a), a1).

Es wird ferner mindestens eine "den Maschinenzustand kennzeichnende Steuergröße" (wie z.B. Windgeschwindigkeit W, Abtriebsdrehzahl N, Getriebetemperatur T, Drehmoment M) gemessen. Diese Steuergrößen erfahren beim Eintreten eines Schadens keine Änderung (Sp.1, Z.55-59) und erlauben deshalb die Bestimmung des jeweiligen Maschinenzustandes. Mit den durch die Steuergrößen gekennzeichneten Maschinenzuständen wird ein n-dimensionaler Zustandsraum  $R(k, l, m, \dots, n)$  gebildet - Merkmal b).

Zu jedem sich einstellenden Maschinenzustand  $i$  ( $k_i, l_i, m_i, n_i$ ) wird automatisch ein Referenzwert  $KSR_i$  aus den aktuellen Meßgrößen gebildet und dem n-dimensionalen Zustandsraum  $R(k, l, m, \dots, n)$  zugeordnet - Merkmal b1).

Die zu einem erstmals auftretenden Maschinenzustand ( $i$ ) gehörenden Meßgrößen ( $KS_i, A_i$ ) werden zur Bildung eines Referenzwertes  $KSR_i$  ( $k_i, l_i, m_i, \dots, n_i$ ) herangezogen, wobei letzterer ebenfalls dem Zustandsraum  $R(k, l, m, \dots, n)$  zugeordnet wird - Merkmal c).

Die Meßgrößen ( $KS_i, A_i$ ) eines Maschinenzustands, zu dem bereits ein Referenzwert  $KSR_i$  ( $k_i, l_i, m_i, \dots, n_i$ ) hinterlegt ist, werden - nach gleichen Kriterien verarbeitet - in einem Überwachungsmodus mit dem Referenzwert verglichen - Merkmal d).

Wird durch das Vergleichsergebnis nach Merkmal d) ein Instabilitätsmaß überschritten, so wird eine Maschinenänderung angezeigt wird - Merkmal e).

3. Im Prüfungsverfahren wurden folgende Druckschriften betrachtet:

- 1) DE 690 10 193 T2
- 2) DE 195 45 008 C2.

Hinsichtlich dieses Standes der Technik ist der Gegenstand des Anspruchs 1 neu, da keine der genannten Druckschriften ein Verfahren zur Überwachung von Fertigungsprozessen mit allen Merkmalen dieses Anspruchs zeigt. Der beanspruchte Gegenstand beruht darüber hinaus auch auf erfinderischer Tätigkeit.

In D1 wird ein Verfahren zur Überwachung einer periodisch arbeitenden Maschine, beispielsweise eines Gasturbinentriebwerks für ein Flugzeug, beschrieben. Zur Triebwerksüberwachung wird ein (erster) akustischer Signalkanal 1 und ein (zweiter) Betriebszustandskanal 3 eingesetzt. Durch das Mikrophon 10 des Kanals 1 wird der von der Turbine erzeugte Schall aufgenommen, nachfolgend digitalisiert und - in beispielsweise 64 Spektralbereiche aufgeteilt - einer Verarbeitungseinheit 13 zugeführt.

Zum Betriebszustandskanal 3 gehört ein A/D-Wandler 32, dem zunächst über Sensoren 30, 31 beispielsweise die Maschinenzustände "Drehzahl" und "Auspufftemperatur" zugeführt werden, des weiteren dann über die Leitung 33 Informationen über Motoreinstellungen (z.B. Drosselklappenstellung) und außerdem über die Leitungen 34 flugspezifische Signale (Fluglage, Geschwindigkeit). Im Prozessor 36 wird aus diesen Informationen ein multidimensionales Vektorsignal erzeugt, das dem Betriebszustand des Triebwerks 2 entspricht. Nachfolgend wird dieses Vektorsignal ebenfalls der Verarbeitungseinheit 13 zugeführt. Diese Einheit bildet aus den über die Kanäle 1 und 3 zugeführten Eingangsinformationen (spektrale Schallinformationen und Betriebszustandsinformationen) einen kombinierten N-dimensionalen Zustandsvektor des Triebwerks (Fig. 1 mit S.3, 4. Abs. bis S.4, 1. Abs.).

Im Prozessor 4 wird dann ein aktueller, aus der Verarbeitungseinheit 13 kommender N-dimensionaler Zustandsvektor mit einem im Prozessor 4 angelegten Modell des Triebwerks verglichen, das aus dem vorherigen Betrieb des Triebwerks gewonnen wurde und das den durchschnittlichen bzw. typischen Betrieb dieses Triebwerks repräsentiert, wobei sich dieses Modell mit der Alterung des Triebwerks ändert (S.3, 4. Abs.; S.4, 1. Abs.; S.5, 1. Abs.; S.6, Z.2 ff; Anspruch 1). Al-

ternativ kann im Prozessor 4 beim Beginn des Überwachungsverfahrens auch das Modell eines anderen, aber gleichartigen Triebwerks abgespeichert werden (S.6, Z.2-4). Entsprechend der Größe der Abweichungen zwischen dem aktuell ermittelten Zustandsvektor des Triebwerks und dem gespeicherten Modell wird (an den Piloten) Alarm gegeben oder das Wartungspersonal informiert (S.4, 1. Abs; S.5, 2. Abs.).

Zwischen diesem bekannten Verfahren und dem Verfahren nach Anspruch 1 besteht somit insoweit Übereinstimmung, als

- Meßgrößen (Triebwerksgeräusche) erfaßt werden, die zur Erkennung von Veränderungen der zu überwachenden Maschine geeignet sind,
- den Maschinenzustand kennzeichnende Steuergrößen (Drosselklappenstellung, Fluglage, Geschwindigkeit etc.) erfaßt werden und
- aktuell aufgenommene, in einem N-dimensionalen Zustandsvektor zusammengefaßte Meß- und Steuergrößen bei einem Vergleichsvorgang Verwendung finden.

Zum letztgenannten Vergleich wird beim Verfahren nach D1 das im Prozessor 4 gespeicherte Modell des Triebwerksbetriebs verwendet. Dieses Modell wird fortlaufend aktualisiert mit dem Ziel, ein durchschnittliches bzw. typisches Modell des Triebwerksbetriebs zur Verfügung zu haben.

Im Unterschied hierzu findet beim Verfahren nach Anspruch 1 keine Durchschnittsbildung statt. Es wird vielmehr ein aktuell gegebener Maschinenzustand, der über die damit verbundenen Steuergrößen meßtechnisch erfaßbar ist, dahingehend untersucht, ob er in dieser Konstellation erstmalig auftritt. Ist dieses der Fall, so werden aus den zu diesem Maschinenzustand gehörenden Meßgrößen Referenzwerte gebildet und gespeichert. Tritt hingegen der aktuell gegebene Maschinenzustand zum wiederholten Male auf, so sind für ihn bereits Referenzwerte für die Meßgrößen vorhanden. Es kann somit in den eigentlichen Überwachungsmodus eingetreten werden, bei dem nun die aktuell gemessenen Meßgrößen mit früher erhaltenen, seit ihrer Gewinnung unverändert gebliebenen Referenzwerten



verglichen werden und gegebenenfalls - bei Überschreiten eines Instabilitätsmaßes - eine Maschinenveränderung angezeigt wird.

Das Verfahren nach Anspruch 1 ist aufgrund der aufgezeigten Unterschiede bezüglich D1 neu und beruht gegenüber diesem Stand der Technik auch auf erfindersicher Tätigkeit. Der Fachmann erhält nämlich keine Anregung, von dem Verfahren nach D1 mit fortlaufend aktualisierter Modellbildung abzugehen, da diesem eine erhöhte Empfindlichkeit zugesprochen wird (S.2, 2.Abs.; S.7, 4.Abs.) und im übrigen keine Nachteile dieses Verfahrens ersichtlich sind.

Auch bezüglich D2 ist das Verfahren nach Anspruch 1 neu und erfindersicher. In dieser Druckschrift wird ein Verfahren zur Überwachung periodisch arbeitender Maschinen beschrieben, bei dem zunächst in einem "Ausgangsmodus" Referenzwerte ermittelt werden, die das (ungestörte) Ausgangsverhalten der Maschine beschreiben. Diese Referenzwerte werden nachfolgend im "Überwachungsmodus" mit dem aktuellen Maschinenverhalten verglichen (Anspruch 2). Das Verfahren nach dieser Druckschrift zeigt somit lediglich bezüglich der Merkmale a) und a1) Übereinstimmung mit dem beanspruchten Verfahren.

D2 vermag folglich weder allein noch in Verbindung mit D1 die Lehre des Anspruchs 1 nahezulegen.

Anspruch 1 ist somit aus den aufgezeigten Gründen gewährbar. Der abhängige Anspruch 2 enthält eine zweckmäßige, nicht selbstverständliche Weiterbildung der in Anspruch 1 angegebenen Erfindung und ist demnach ebenfalls gewährbar.

Dr. Fritsch

Dr. Schmitt

Dr. Kraus

Schuster

Bb