



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 501 153 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.01.2005 Patentblatt 2005/04**

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/12**

(21) Anmeldenummer: **04017505.1**

(22) Anmeldetag: **23.07.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL HR LT LV MK**

(72) Erfinder:  
• **Sibities, Peter**  
**82343 Pöcking (DE)**  
• **Ulrich, Volker**  
**80687 München (DE)**

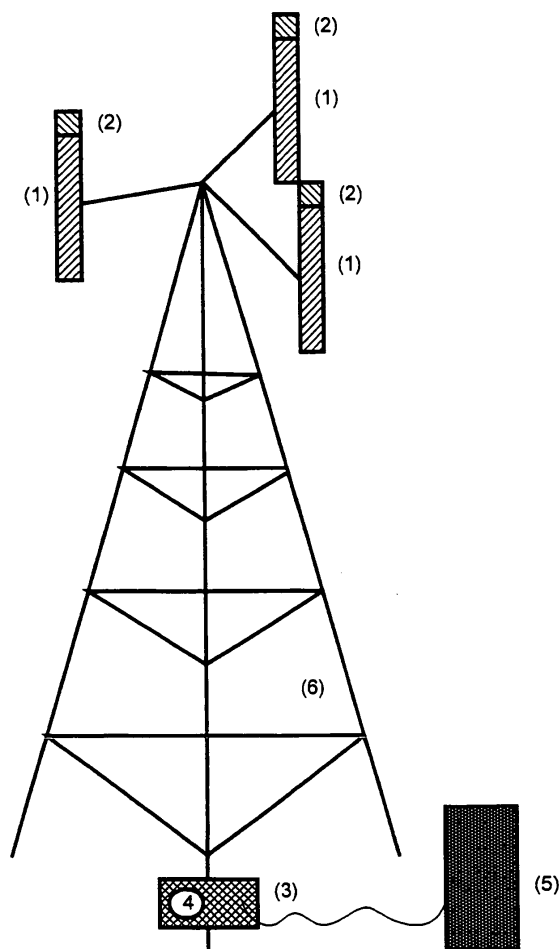
(30) Priorität: **24.07.2003 DE 20311407 U**

(74) Vertreter: **Strass, Jürgen, Dipl.-Phys.**  
**Prinz & Partner GbR,**  
**Manzingerweg 7**  
**81241 München (DE)**

(71) Anmelder: **EuBUS GmbH**  
**80339 München (DE)**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Überprüfung der Ausrichtung einer Antennenanlage**

(57) Eine Vorrichtung zur Überwachung der Ausrichtung einer Antennenanlage, insbesondere einer Mobilfunk-Antennenanlage, umfaßt wenigstens eine an einer Antenne (1) der Anlage angeordnete Überwachungseinheit (2) zur Erfassung der Ausrichtung der Antenne (1). In der Überwachungseinheit (2) wird ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt. Ein Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung einer Antennenanlage sieht folgende Schritte vor: Erfassung einer Soll-Ausrichtung einer Antenne (1) der Anlage durch Messung des Erdmagnetfelds, Messen der aktuellen Ist-Ausrichtung der Antenne (1) durch Messung des Erdmagnetfelds, Durchführung eines Soll-Ist-Vergleichs, wobei bei der Messung des Erdmagnetfelds die relative Lage der Erdmagnetfeldlinien in drei Raumrichtungen bestimmt wird.



EP 1 501 153 A1

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung einer Antennenanlage, insbesondere einer Mobilfunk-Antennenanlage.

**[0002]** Die Ausrichtung von Mobilfunk-Antennenanlagen (Sendeanlagen der Netzbetreiber, Basisstationen) kann in unerwünschter Weise durch äußere Einflüsse, wie z.B. ein Unwetter, verändert werden. Bislang wird zur Überprüfung der Ausrichtung von Mobilfunk-Antennenanlagen ein Montagetrupp entsandt, der die Anlage mittels Kompaß oder Peilverfahren überprüft. Übliche Erdmagnetkompassse können jedoch aufgrund der Eisenmassen des Antennenmasts der Anlage ein verfälschtes Meßergebnis liefern. Deshalb wird in solchen Fällen ein aufwendiges Peilverfahren zur Bestimmung der Abweichung der Antennenposition von ihrer geforderten Position durchgeführt.

**[0003]** Aus der US 5 790 075 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Ausrichtung einer Antenne auf der Grundlage von Daten eines Magnetfelddetektors bekannt. An der Antenne ist eine Vorrichtung mit einem Sensor zur absoluten Erfassung des Erdmagnetfelds angeordnet. Zur Bestimmung der absoluten Position der Antenne wird vorab eine Referenzmessung durchgeführt, bei der die Antenne einmalig um 360° gedreht werden muß, während dabei die horizontale und/oder vertikale Komponente des Erdmagnetfelds mit Hilfe des Sensors gemessen wird. Danach kann durch einen Vergleich der aktuell vom Sensor gemessenen Erdmagnetfelddaten mit den zuvor abgelegten Referenzdaten und aus der Drehrichtung der Antenne deren aktuelle Ausrichtung bestimmt werden.

**[0004]** Aus der US 6 195 559 ist eine Steuerung zur Ausrichtung einer Antenne einer Funkstation für eine optimale Kommunikation mit einer anderen Funkstation bekannt. Die Steuerung der Antennenausrichtung erfolgt ebenfalls auf der Grundlage einer absoluten Erdmagnetfeldmessung.

**[0005]** Eine Anordnung zur Messung der Biegebewegung eines Antennenträgermasts, die es ermöglicht, einen Positionsmotor so zu steuern, daß die Antenne in einer gewünschten Richtung gehalten wird, ist in der DE 690 08 135 T2 gezeigt.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine zuverlässige Überwachung der Ausrichtung von Mobilfunk-Antennenanlagen mit geringem Aufwand zu ermöglichen.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und durch ein Verfahren gemäß Anspruch 10 gelöst. Die Erfindung sieht vor, die Lage einer Antenne über das Erdmagnetfeld zu erfassen. Die Störeinflüsse durch Eisenmasten oder sonstige elektromagnetische Einflüsse wird mit Hilfe einer Kalibrierung in einer vorgegebenen Stellung der Antenne kompensiert. Die Erfindung ermöglicht eine einfache und ständige Überwachung der Antennen z.B. vom Fußpunkt eines Antennenmasts der Anlage oder über ein Femdiagnosesystem. Die Antennenanlage kann im laufenden Betrieb überwacht werden, da ein Betreten der Antennenanlage und Arbeiten mit Leitern oder Hubfahrzeugen nicht notwendig sind. Außerdem entfällt der Aufbau einer komplizierten Meßeinrichtung (z.B. für eine Peilmessung).

**[0008]** Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0009]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus der beigefügten Zeichnung, auf die Bezug genommen wird. In der Zeichnung zeigt die einzige Figur eine Mobilfunk-Antennenanlage mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Überwachung der Ausrichtung der Antennenanlage.

**[0010]** Die in der Figur gezeigte Antennenanlage umfaßt einen Antennenmast 6, an dem mehrere Antennen 1 angebracht sind. An den Antennen 1 sind Überwachungseinheiten 2 montiert, die einen elektronischen Erdmagnetfeldsensor, einen Microcontroller und eine Schnittstelle zur Kommunikation mit einer Überwachungszentrale 3 enthalten. Nachdem die Mobilfunk-Antennenanlage installiert ist und die Antennen 1 korrekt ausgerichtet sind, wird über eine Taste 4 an der Überwachungszentrale 3 am Fußpunkt des Antennenmasts 6 der Sollzustand der Antenne 1 kalibriert.

**[0011]** Unter Verwendung des elektronischen Magnetfeldsensors wird das an der Antenne 1 bestehende Erdmagnetfeld erfaßt. Eine eventuelle Mißweisung durch Metallmassen wird durch die Kalibrierung des Sensors kompensiert, wobei der Soll-Zustand als "Normal Null" im EEPROM des Microcontrollers hinterlegt wird. Der Microcontroller mißt ständig die Abweichung von dieser kalibrierten Position und löst bei Überschreitung einer eingestellten Toleranz einen Alarm aus. Die Überschreitung wird der Überwachungszentrale 3 mitgeteilt, die dies optisch und/oder akustisch signalisiert. Die Überwachungszentrale 3 ermöglicht auch eine Weiterleitung an nachgeschaltete Geräte 5.

**[0012]** Die Lageabweichung der Antenne 1 wird gemäß der Erfindung ohne externe Kalibrierung (z.B. durch Drehen der Antenne o.ä.) erreicht. Die Kalibrierung bezieht sich auf die Übernahme der (einmal eingestellten) Soll-Position der Antenne 1. Diese Position der Antenne 1 ist durch die Vorgaben des Anwenders bestimmt. Ist die Antenne 1 montiert, werden die entsprechenden Werte als vorgegebene Position (Referenzdaten) abgespeichert. Anschließend kann die Ausrichtung der Antenne 1 mit Hilfe des Erdmagnetfeldsensors überwacht werden, indem die aktuell gemessenen Werte mit den Referenzdaten verglichen werden.

**[0013]** Die Überwachung erfolgt durch Auswertung der Erdmagnetfeldlinien bezüglich der drei Raumachsen:

$$\text{Neigungswinkel} = 90 - \arctan\left(\frac{\sqrt{O_x^2 + N_y^2}}{Z_x^2}\right) .$$

$$\text{Steigungswinkel} = 90 - \arctan\left(\frac{\sqrt{O_y^2 + N_y^2}}{Z_y^2}\right) .$$

$$\text{Richtungswinkel} = \arccos\left(\frac{N_x}{\sqrt{O_x^2 + N_x^2}}\right) .$$

**[0014]** Die Variablen O, N und Z geben die Raumvektoren Ost, Nord und Oben (Gravitationsvektor) an.

**[0015]** Im Vergleich zu bekannten Verfahren wird keine Absolutmessung des Erdmagnetfelds herangezogen. Es wird vielmehr die relative Lage der Erdmagnetfeldlinien ausgewertet, und zwar in allen drei Raumachsen. Dies ermöglicht eine Überwachung sowohl der Verdrehung als auch der Neigung (Tilt) der Antenne 1, was zu erheblichen Vereinfachungen bei der Montage und bei der Inbetriebnahme der Antennen 1 führt.

**[0016]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird bei der Auswertung der gemessenen Erdmagnetfeldlinien die zeitliche Veränderung und/oder ortsspezifische Abweichungen des Erdmagnetfelds an einem vorgegebenen Ort berücksichtigt. Dies kann insbesondere durch Einbeziehung des World Magnetic Models (WMM) erfolgen. Da sich die Erdmagnetfeldlinien im Laufe der Zeit ändern, ist die Überwachung der Position einer Antenne langfristig mit Fehlern behaftet. Diese Fehler werden durch Einbeziehung des alle fünf Jahre aktualisierten World Magnetic Models automatisch korrigiert.

**[0017]** Für die Bestimmung der konkreten zeitlichen Veränderung und/oder ortsspezifischen Abweichung des Erdmagnetfelds ist die absolute Position der jeweiligen Antenne auf der Erde als Parameter erforderlich. Diese Information kann entweder, wenn der Standort genau bekannt ist, direkt über ein Eingabegerät der erfindungsgemäßen Vorrichtung zugeführt werden, oder sie wird automatisch durch einen in die Vorrichtung implementierten Empfänger zur Standortbestimmung (GPS, EGNOS, Galileo o.ä.) ermittelt.

**[0018]** Ein weiterer Parameter, der zu berücksichtigen ist, ist die aktuelle Zeit. Das bedeutet, daß zu einer gegebenen Zeit und an einem bekannten Ort Abweichungen des Erdmagnetfelds durch den Mikrocontroller im Gerät berücksichtigt werden. So können Fehlauslösungen der Vorrichtung, die auf eine Nichtberücksichtigung solcher Abweichungen des Erdmagnetfelds zurückzuführen sind, vermieden werden.

**[0019]** Die Erfindung ermöglicht also, unabhängig von der vertikalen und horizontalen Lage, eine korrekte Angabe der Himmelsrichtung in Bezug auf die Antenne 1, wobei Fehler des Magnetfeldvektors aufgrund räumlicher und zeitlicher Abweichungen bzw. Veränderungen des Erdmagnetfelds sowie aufgrund ferromagnetischer Einflüsse kompensiert werden. Dadurch wird eine absolute Unabhängigkeit von fest installierten oder beweglichen Hilfsmitteln erreicht.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung der Ausrichtung einer Antennenanlage, insbesondere einer Mobilfunk-Antennenanlage, mit wenigstens einer an einer Antenne (1) der Anlage angeordneten Überwachungseinheit (2) zur Erfassung der Ausrichtung der Antenne (1), in der ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Überwachungseinheit (2) einen Erdmagnetfeldsensor umfaßt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sensor kalibrierbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung ferner eine mit der Überwachungseinheit (2) in Verbindung stehende Überwachungszentrale (3) zur Ausgabe des Ergebnisses des Soll-Ist-Vergleichs umfaßt.

5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Überwachungszentrale (3) ein Bedienelement (4) für die Auslösung einer Kalibrierung des Sensors aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Überwachungszentrale (3) am Fußpunkt eines Antennenmasts (6) der Anlage angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Überwachungszentrale (3) das Ergebnis des Soll-Ist-Vergleichs an ein nachgeschaltetes Gerät (5) weiterleitet.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Überwachungseinheit (2) einen Microcontroller und eine Schnittstelle zur Kommunikation mit der Überwachungszentrale (3) umfaßt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere, verschiedenen Antennen (1) zugeordnete Überwachungseinheiten (2) vorgesehen sind, die mit der Überwachungszentrale (3) in Verbindung stehen.

10. Verfahren zur Überwachung der Ausrichtung einer Antennenanlage, insbesondere einer Mobilfunkantennenanlage, mit folgenden Schritten:

- Erfassung einer Soll-Ausrichtung einer Antenne (1) der Anlage durch Messung des Erdmagnetfelds,
- Messen der aktuellen Ist-Ausrichtung der Antenne (1) durch Messung des Erdmagnetfelds,
- Durchführung eines Soll-Ist-Vergleichs,

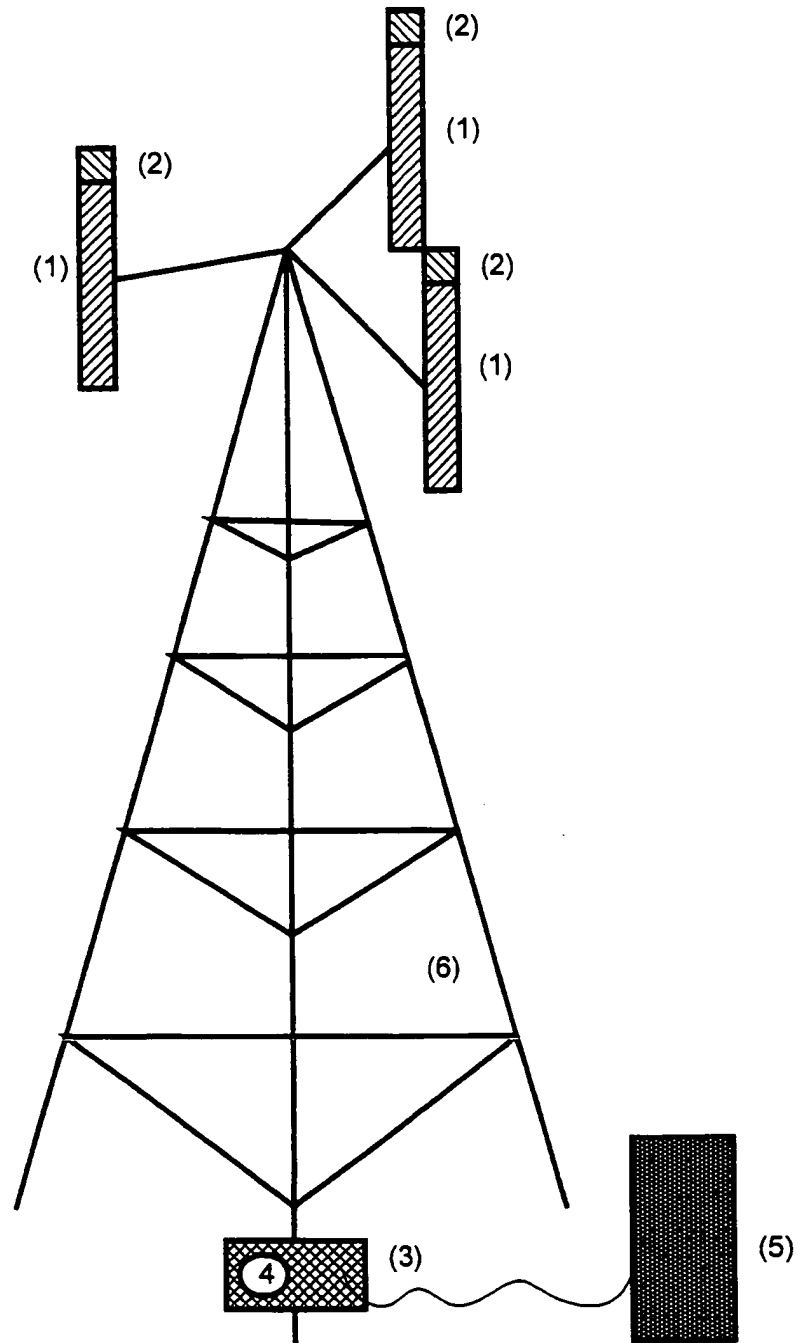
wobei bei der Messung des Erdmagnetfelds die relative Lage der Erdmagnetfeldlinien in drei Raumrichtungen bestimmt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei der Messung des Erdmagnetfelds die zeitliche Veränderung und/oder ortsspezifische Abweichungen des Erdmagnetfelds berücksichtigt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Berücksichtigung der Veränderung bzw. Abweichungen des Erdmagnetfelds das World Magnetic Model einbezogen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Berücksichtigung der Veränderung bzw. Abweichungen des Erdmagnetfelds die absolute Position der Antenne auf der Erde bestimmt wird.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Berücksichtigung der Veränderung bzw. Abweichungen des Erdmagnetfelds die aktuelle Zeit mit einbezogen wird.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 01 7505

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                                       | Betrifft<br>Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | KLASSIFIKATION DER<br>ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 1 067 626 A (RADIO FREQUENCY SYSTEMS INC) 10. Januar 2001 (2001-01-10)<br>* Absätze [0018], [0019] *<br>* Absätze [0021] - [0026] *<br>* Absätze [0028], [0031] *<br>* Absätze [0033], [0034] *<br>* Abbildungen 1-4 * | 1,4,6-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | H01Q1/12                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                           | 2,3,5,<br>10-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 3 739 364 A (TALKINGTON C ET AL) 12. Juni 1973 (1973-06-12)<br>* Spalte 1, Zeile 40 - Spalte 2, Zeile 5 *<br>* Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 3, Zeile 3 *<br>* compounds 1,3 *                                           | 1,4,6,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                           | 2,3,5,<br>8-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                            |
| D,X                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 5 790 075 A (ARAKI TAKASHI ET AL) 4. August 1998 (1998-08-04)<br>* Spalte 5, Zeile 46 - Spalte 6, Zeile 10 *<br>* Spalte 10, Zeile 42 - Zeile 67 *<br>* Abbildungen 3,5,8 *                                            | 1-5,7,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.7)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | H01Q                                       |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 6 016 120 A (GILDEA DAVID R ET AL) 18. Januar 2000 (2000-01-18)<br>* Spalte 4, Zeilen 9-25 *<br>* Spalte 5, Zeile 43 - Spalte 6, Zeile 12 *<br>* Spalte 2, Zeile 34 - Spalte 3, Zeile 15 *<br>* Abbildungen 2,3 *      | 10-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 1 231 668 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 14. August 2002 (2002-08-14)<br>* Absätze [0040], [0041] *<br>* Abbildungen 5,6 *                                                                                               | 10-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                            |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                           | Abschlußdatum der Recherche<br>28. September 2004                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Prüfer<br>Kruck, P                         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                                                                           | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                            |

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 04 01 7505

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

28-09-2004

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patendokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---------------------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 1067626                                        | A | 10-01-2001                    | US 6239744 B1                     | 29-05-2001                    |
|                                                   |   |                               | EP 1067626 A2                     | 10-01-2001                    |
|                                                   |   |                               | US 2001033247 A1                  | 25-10-2001                    |
| -----                                             |   |                               |                                   |                               |
| US 3739364                                        | A | 12-06-1973                    | KEINE                             |                               |
| -----                                             |   |                               |                                   |                               |
| US 5790075                                        | A | 04-08-1998                    | JP 10126135 A                     | 15-05-1998                    |
|                                                   |   |                               | US 6249247 B1                     | 19-06-2001                    |
| -----                                             |   |                               |                                   |                               |
| US 6016120                                        | A | 18-01-2000                    | KEINE                             |                               |
| -----                                             |   |                               |                                   |                               |
| EP 1231668                                        | A | 14-08-2002                    | JP 2002237713 A                   | 23-08-2002                    |
|                                                   |   |                               | EP 1231668 A2                     | 14-08-2002                    |
|                                                   |   |                               | US 2002105461 A1                  | 08-08-2002                    |
| -----                                             |   |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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